

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Nobuhiro RIKITAKE et al.

Application No.:

Group Art Unit: Not Yet Assigned

Filed: November 26, 2003

Examiner: Not Yet Assigned

For: COMMUNICATIONS SYSTEM, AND COMMUNICATION DEVICE AND NETWORK
MANAGEMENT DEVICE, WITH ARE USED THEREIN

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith
a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-357396

Filed: December 10, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: November 26, 2003

By: 

J. Randall Beckers
Registration No. 30,358

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: December 10, 2002

Application Number: Patent Application No. 2002-357396
[ST.10/C] [JP2002-357396]

Applicant(s): FUJITSU LIMITED

August 27, 2003

Commissioner,

Japan Patent Office Yasuo IMAI

Certificate No. P2003-3069930

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年12月10日
Date of Application:

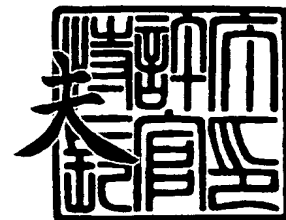
出願番号 特願2002-357396
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2002-357396]

出願人 富士通株式会社
Applicant(s):

2003年 8月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3069930

【書類名】 特許願

【整理番号】 0251145

【提出日】 平成14年12月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04J 3/00
H04B 10/12

【発明の名称】 通信システム、並びにその通信システムにおいて使用される通信装置およびネットワーク管理装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 力竹 宣博

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 宮崎 智志

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100074099

【住所又は居所】 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F

【弁理士】

【氏名又は名称】 大菅 義之

【電話番号】 03-3238-0031

【選任した代理人】**【識別番号】** 100067987**【住所又は居所】** 神奈川県横浜市鶴見区北寺尾 7 - 2 5 - 2 8 - 5 0 3**【弁理士】****【氏名又は名称】** 久木元 彰**【電話番号】** 045-573-3683**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 012542**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9705047**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 通信システム、並びにその通信システムにおいて使用される通信装置およびネットワーク管理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の通信ノードが接続されたネットワークにおいて使用される通信システムであって、

上記複数の通信ノードのそれぞれに設けられ、デジタルラッパーフレームを送受信するデジタルラッパー手段と、

上記複数の通信ノードの中の第 1 の通信ノードおよび第 2 の通信ノードに設けられ、それぞれ、所定のフォーマットのデータとデジタルラッパーフレームとを相互に変換する変換手段と、

上記複数の通信ノードの状態を管理するネットワーク管理手段を備え、

上記デジタルラッパー手段は、上記第 1 の通信ノードに設けられている変換手段により得られたデジタルラッパーフレームを上記ネットワーク管理手段からの指示に従って上記第 2 の通信ノードに伝送し、

上記第 2 の通信ノードに設けられている変換手段が、受信したデジタルラッパーフレームを上記所定のフォーマットのデータに変換する

ことを特徴とする通信システム。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の通信システムであって、

上記ネットワーク管理手段は、

上記複数の通信ノードの接続関係を表すトポロジ情報を格納する第 1 の格納手段と、

上記第 1 の通信ノードと第 2 の通信ノードとを結ぶ通信ルートを表すルート情報を格納する第 2 の格納手段と、

上記トポロジ情報およびルート情報に基づいて上記通信ルートに係わる通信ノードに指示を与える制御手段と、

を有する。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の通信システムであって、

上記ネットワーク管理手段は、

上記第1の通信ノードと第2の通信ノードとを結ぶ通信ルート上で障害が発生したときに、その通信ルートを介して伝送されている信号の種別に応じて迂回ルートを設定するか否かを判断する判断手段と、

上記判断手段により迂回ルートを設定すると判断されたときに、上記第2の格納手段に格納されているルート情報を更新する更新手段、をさらに有し、

上記制御手段は、上記更新手段によりルート情報が更新されたときに、その更新されたルート情報に基づいて対応する通信ノードに指示を与える。

【請求項4】 複数の通信装置が接続されたネットワークにおいて使用される上記複数の通信装置の中の任意の通信装置であって、

第1、第2、第3の光入力回線を介して受信した光信号をそれぞれ分岐する第1、第2、第3の光分岐器と、

上記第2の光分岐器から出力される光信号または上記第3の光分岐器から出力される光信号を選択して第1の光出力回線に導く第1の光スイッチと、

上記第1の光分岐器から出力される光信号または上記第3の光分岐器から出力される光信号を選択して第2の光出力回線に導く第2の光スイッチと、

上記第1の光分岐器から出力される光信号または上記第2の光分岐器から出力される光信号を選択して第3の光出力回線に導く第3の光スイッチと、

上記第1の光入力回線および第1の光出力回線を介して伝送されるデジタルラッパフレームのオーバーヘッドを処理する処理手段と、

上記複数の通信装置を介して通信ルートを設定するための指示に従って上記第1～第3の光スイッチを制御する制御手段と、

を有する通信装置。

【請求項5】 請求項4に記載の通信装置であって、

上記第2または第3の光入力回線を介して受信したデータをデジタルラッパフレームのペイロードに格納して上記処理手段に導く手段と、

上記処理手段により終端されたデジタルラッパフレームのペイロードからデータを抽出して上記第2または第3の光出力回線に導く手段、

をさらに有する。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】**【発明の属する技術分野】**

本発明は、デジタルラッパ技術を利用した光通信システム、並びにその通信システムにおいて使用される通信装置およびネットワーク管理装置に係わる。

【 0 0 0 2 】**【従来の技術】**

近年、ネットワークを介して送受信されるデータトラヒックの増加に伴い、ネットワークの構成方法（SDH／SONET、イーサネット（登録商標）など）も多種多様化してきている。また、ネットワークの規模としても、数千キロメートルに及ぶ伝送路を備え、数十台の通信装置が設けられる大規模なものが実用化されている。さらに、提供される通信サービスごとに伝送レートが異なっていることも多い。そして、これらのネットワークを統合した形の大規模ネットワークの構築が要求されている。

【 0 0 0 3 】

SDH（Synchronous Digital Hierarchy）は、国際的に標準化されているフレームフォーマットであり、156Mビット／秒のSTM-1をベースとして、2.4Gビット／秒のSTM-16、10Gビット／秒のSTM-64などが勧告されている。また、米国においては、SDHと実質的に同じ技術であるSONET（Synchronous Optical Network）がデファクトスタンダードになっている。一方、イーサネットは、CSMA／CD（Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection）技術を利用したパケット通信方式であり、世界中に広く普及している。

【 0 0 0 4 】

ところが、SDH／SONET通信ネットワークにおいては、各フレームの先頭に独自のオーバヘッド（ヘッダ情報）が付与され、そのオーバヘッドに基づいて通信ノード間の通信が確立されるようになっている。このため、このオーバヘッドを処理できない装置をSDH／SONET通信ネットワーク内で使用することはできない。一方、イーサネット方式のネットワークでは、予め決められているフォーマットを持ったパケットを用いてデータの送受信を行う。このため、こ

のパケットを処理できない装置をイーサネット方式のネットワーク内で使用することはできない。

【0005】

このように、通信方式が異なるネットワークが存在する場合、その構成が冗長的になっていた。

この問題を解決する技術として、ITU-T (International Telecommunication Union Telecommunication standardization sector) の G709 において規定されているデジタルラッパー (Digital Wrapper) 技術が注目されている。デジタルラッパーは、OTN (Optical Transport Network) のためのフレームフォーマット技術であって、"Digital Pipe" と呼ばれることもある。そして、デジタルラッパーネットワークでは、いずれの方式の信号 (SDH/SONET 信号、イーサネット信号など) も所定のフレームの中に格納されて伝送される。すなわち、いずれの通信方式による信号も、所定のフレームによりラッピングされて伝送される。なお、デジタルラッパー技術に関する詳しい説明は、ITU-T の刊行物として公開されている (たとえば、非特許文献 1 参照。)。また、SDH フレームなどを他の形態のフレームに格納して伝送する技術については、既に特許出願がなされている (例えば、特許文献 1 参照。)

【0006】

【非特許文献 1】

ITU-T G. 709/Y. 1331

【特許文献 1】

特開 2001-177491 号公報 (図 3、段落 0050~0055、段落 0066)

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、デジタルラッパーは、新しい技術であり、その詳細については、現在、検討中である。よって、デジタルラッパー技術を利用してどのようにネットワークを構築するのか、或いは、デジタルラッパーフレームのオーバーヘッドのデータ構成の詳細については、まだ確定していない。

【 0 0 0 8 】

特に、デジタルラッパ技術を利用して構築したネットワーク上において障害が発生した場合、それをそのように復旧するののかについてはほとんど検討されていない。或いは、デジタルラッパ技術を利用して構築したネットワークの信頼性（耐障害性）を高めることについては、ほとんど検討されていない。なお、上述の特許文献 1 は、新たに定義したオーバーヘッドを利用して障害の発生時にセッションを切り替える機能を提供している。しかし、この機能においては、障害が発生した伝送路の両端の装置においてセッションが切り替えられるのみであって、ネットワーク全体を考慮した効率的な復旧を行うことはできない。

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、デジタルラッパ技術を利用してネットワークを構築する方法を提供することである。また、本発明の他の目的は、デジタルラッパ技術を利用して構築したネットワークにおいて障害が発生したときに、効率的な復旧を行えるようにすることである。

【 0 0 1 0 】**【課題を解決するための手段】**

本発明の通信システムは、複数の通信ノードが接続されたネットワークにおいて使用され、上記複数の通信ノードのそれぞれに設けられてデジタルラッパフレームを送受信するデジタルラッパ手段、上記複数の通信ノードの中の第 1 の通信ノードおよび第 2 の通信ノードに設けられてそれぞれ所定のフォーマットのデータとデジタルラッパフレームとを相互に変換する変換手段、上記複数の通信ノードの状態を管理するネットワーク管理手段、を備える。そして、上記デジタルラッパ手段が、上記第 1 の通信ノードに設けられている変換手段により得られたデジタルラッパフレームを上記ネットワーク管理手段からの指示に従って上記第 2 の通信ノードに伝送し、上記第 2 の通信ノードに設けられている変換手段が、受信したデジタルラッパフレームを上記所定のフォーマットのデータに変換する。

【 0 0 1 1 】

この通信システムにおいては、任意のフォーマットのデータがデジタルラッパ

ーフレームに変換されて、上記第 1 の通信ノードから第 2 の通信ノードへ伝送される。よって、いかなる通信方式による信号であっても、上記通信ノードを介して伝送することができる。

【 0 0 1 2 】

なお、上記通信システムにおいて、上記ネットワーク管理手段が、上記複数の通信ノードの接続関係を表すトポロジ情報を格納する第 1 の格納手段と、上記第 1 の通信ノードと第 2 の通信ノードとを結ぶ通信ルートを表すルート情報を格納する第 2 の格納手段と、上記トポロジ情報およびルート情報に基づいて上記通信ルートに係わる通信ノードに指示を与える制御手段を備えるように構成されてもよい。この構成によれば、上記ネットワーク上に設定すべき通信ルートが一元的に管理されるので、効率的なルート設定が可能になる。

【 0 0 1 3 】

本発明の通信装置は、複数の通信装置が接続されたネットワークにおいて使用される上記複数の通信装置の中の任意の通信装置であって、第 1、第 2、第 3 の光入力回線を介して受信した光信号をそれぞれ分岐する第 1、第 2、第 3 の光分岐器、上記第 2 の光分岐器から出力される光信号または上記第 3 の光分岐器から出力される光信号を選択して第 1 の光出力回線に導く第 1 の光スイッチ、上記第 1 の光分岐器から出力される光信号または上記第 3 の光分岐器から出力される光信号を選択して第 2 の光出力回線に導く第 2 の光スイッチ、上記第 1 の光分岐器から出力される光信号または上記第 2 の光分岐器から出力される光信号を選択して第 3 の光出力回線に導く第 3 の光スイッチ、上記第 1 の光入力回線および第 1 の光出力回線を介して伝送されるデジタルラッパーフレームのオーバーヘッドを処理する処理手段、上記複数の通信装置を介して通信ルートを設定するための指示に従って上記第 1 ～第 3 の光スイッチを制御する制御手段、を有する。

【 0 0 1 4 】

この構成によれば、任意の光入力回線から入力されたデータを、任意の光出力回線へ導くことができる。また、第 1 または第 2 の光入力回線から入力されたデータを、デジタルラッパーフレームに格納して第 3 の光出力回線へ導き、第 3 の光入力回線から入力されるデジタルラッパーフレームからデータを抽出して第 1

または第 2 の光出力回線に導くことができる。そして、光分岐器および光スイッチを追加／削除することにより、容易に、ネットワークの増設またはネットワーク構成の変更を行うことができる。

【 0 0 1 5 】

本発明のネットワーク管理装置は、複数の通信ノードが接続されたネットワークを管理する装置であって、上記複数の通信ノードの接続関係を表すトポロジ情報を格納する第 1 の格納手段、所定のフォーマットのデータとデジタルラッパフレームとを相互に変換する変換手段を備える上記複数の通信ノードの中の第 1 の通信ノードと第 2 の通信ノードとを結ぶ通信ルートを表すルート情報を格納する第 2 の格納手段、上記トポロジ情報およびルート情報に基づいて上記通信ルートに係わる通信ノードにデジタルラッパフレームを送送するための指示を与える制御手段、を有する。

【 0 0 1 6 】

この構成によれば、デジタルラッパフレームを送送する通信ノードを一元的に管理できる。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

図 1 は、本発明に係わる通信システムの一例を示す図であり、デジタルラッパ技術を利用したネットワークの構成を示している。

【 0 0 1 8 】

図 1 に示す例では、9 個の通信ノード（ノード A ～ I）がメッシュ状に接続されたネットワークが描かれている。ここで、通信ノード A ～ I は、それぞれ、ITU-T の G 7 0 9 において規定されているデジタルラッパフレームを送受信する機能を備えている。また、「メッシュ状に接続」とは、一義的ではないが、例えば、各通信ノードがそれぞれ 1 または複数の他の通信ノードと接続しており、任意の通信ノードから他の任意の通信ノードへ至る経路が複数存在し得るようなネットワーク構成をいう。そして、これらの通信ノード A ～ I により、デジタルラッパネットワークが構成されている。

【0019】

各通信ノードは、それぞれ、所定の通信方式の回線を収容することができる。ここでは、通信ノードA、Fに、それぞれ、SDH回線が接続されており、通信ノードD、Iには、それぞれ、イーサネット回線が接続されている。なお、図1では、通信ノードA～Iから構成されるデジタルラッパーネットワークに、SDH回線およびイーサネット回線が接続されているが、他の通信方式の回線（たとえば、SONET回線、ATM回線など）が接続されていてもよい。

【0020】

図2は、デジタルラッパーフレームのフォーマットを示す図である。デジタルラッパーフレームは、図1においては、通信ノード間で送受信される。また、デジタルラッパーフレームのフォーマットは、現在、ITU-Tにおいて検討中であり、その詳細は確定していないが、そのフレームは、オーバーヘッド（OH）、ペイロード、誤り訂正符号（FEC: Forward Error Correction）から構成されている。ここで、オーバーヘッドには、ペイロードに格納されているデータを伝送するための制御情報などが格納される。ペイロードには、SDH/SONETのフレームや、イーサネットのパケットがそのまま格納される。このとき、これらのデータの格納場所を表すポインタが、オーバーヘッドに書き込まれる。すなわち、デジタルラッパーフレームは、他の通信方式のデータ（フレーム、パケット等）をそのままラッピング（包み込むこと）することができる。よって、いかなる通信方式のデータも、このデジタルラッパーネットワークを介して伝送することが可能になっている。なお、誤り訂正符号は、既存の技術により実現される符号であって、受信装置において伝送誤りを訂正するために設けられている。

【0021】

所定の通信方式の回線を収容する通信ノードは、その通信方式のデータ（SDH/SONETフレーム、イーサネットパケットなど）とデジタルラッパーフレームとを相互に変換する機能を備えている。例えば、通信ノードA、Fは、それぞれ、図3（a）に示すように、SDHフレーム（ここでは、STM16信号）をデジタルラッパーフレームのペイロードに格納し、そのペイロードにオーバーヘッドおよび誤り訂正符号を付加する機能、およびデジタルラッパーフレームのオ

ーバヘッドを終端し、そのペイロードからSDHフレームを抽出する機能を備える。また、通信ノードD、Iは、それぞれ、図3（b）に示すように、イーサネット packets をデジタルラッパフレームのペイロードに格納し、そのペイロードにオーバヘッドおよび誤り訂正符号を付加する機能、およびデジタルラッパフレームのオーバヘッドを終端し、そのペイロードからイーサネット packets を抽出する機能を備える。

【0022】

図4は、各通信ノードにおけるパス切替機能を模式的に示す図である。ここでは、3本の入出回線および3本の出力回線が接続されている場合のパス切替回路部分が描かれている。

【0023】

この通信ノードは、光分岐器1-1～1-3、および光スイッチ2-1～2-3を備える。光分岐器1-1～1-3は、それぞれ、入力光信号を分岐する光デバイスであって、例えば、光カプラにより実現することができる。そして、光分岐器1-1は、入力信号を分岐して、光スイッチ2-2および2-3に導く。また、光分岐器1-2は、入力信号を分岐して、光スイッチ2-1および2-3に導く。同様に、光分岐器1-3は、入力信号を分岐して、光スイッチ2-1および2-2に導く。一方、光スイッチ2-1～2-3は、制御信号に従って入力光信号を選択する光デバイスであって、例えば、2×1光スイッチにより実現することができる。そして、光スイッチ2-1は、光分岐器1-2から出力される光信号または光分岐器1-3から出力される光信号の一方を選択する。また、光スイッチ2-2は、光分岐器1-1から出力される光信号または光分岐器1-3から出力される光信号の一方を選択する。同様に、光スイッチ2-3は、光分岐器1-1から出力される光信号または光分岐器1-2から出力される光信号の一方を選択する。

【0024】

そして、各通信ノードは、光スイッチ2-1～2-3の状態を適切に制御することにより、デジタルラッパフレームを伝送するためのルートを切り替える。このように、実施形態の通信ノードにおいては、デジタルラッパフレームのペ

イロードに格納されているデータの種類または属性に依存することなく、そのデジタルラッパーフレームを伝送するルートが切り替えられるので、1つのネットワーク内に互いに異なる通信方式の信号を混在させることができる。なお、光スイッチ 2-1～2-3 を制御する制御信号については、後で説明する。

【0025】

図4に示すパス切替機能は、例えば、既存のライトガードシステムを利用して実現することができる。ここで、「ライトガードシステム」は、図5に示すように、光通信ネットワークを冗長的に構成するためのシステムであって、送信局から出力される光信号を分岐して2重化光伝送路に導く光デバイス（SE）、及びその2重化光伝送路を介して伝送される光信号の一方を選択して受信局に導く光スイッチ（SW）を備える。そして、通常時は、2重化光伝送路を介して伝送される1組の信号のうちで品質の良好な方の信号が使用され、2重化光伝送路の一方で障害が発生したときは、障害が発生していない伝送路を介して伝送される信号が使用される。

【0026】

実施形態の通信ノードのパス切替機能は、上記ライトガードシステムの光デバイス（SE）および光スイッチ（SW）を利用して実現される。このとき、光デバイス（SE）は、既存のライトガードシステムでは、入力光信号を分岐して2重化光伝送路に導くために使用されるが、実施形態の通信ノードでは、入力信号を分岐して互いに異なる出放路に導くために使用される。また、光スイッチ（SW）は、既存のライトガードシステムでは、2重化光伝送路を介して伝送されてくる1組の光信号の一方を選択するために使用されるが、実施形態の通信ノードでは、互いに異なる入放路から入力される光信号の一方を選択するために使用される。このように、既存のシステムにおいて実用化されているライトガードユニットを利用すれば、低コストで且つ容易にパス切替機能を実現できる。

【0027】

なお、図4に示す例では、3組の入力回線および出力回線が接続された通信ノードの構成を示したが、各通信ノードは、4組以上の入力回線および出力回線を収容することができる。例えば、4組の入力回線および出力回線を収容する場合

には、図 6 に示すように、上述した光分岐器 1 - 1 ~ 1 - 3、および光スイッチ 2 - 1 ~ 2 - 3 に加えて、光分岐器 1 - 4 ~ 1 - 8、および光スイッチ 2 - 4 ~ 2 - 8 を設けることにより、任意の入力回線からの光信号を任意の出力回線へ導くためのパス切替機能が実現される。すなわち、ライトガードユニットを利用してパス切替機能を実現すれば、既設の設備を利用しつつ、容易に回線の増設を実現できる。

【 0 0 2 8 】

図 7 は、通信ノードの構成図である。ここでは、この通信ノードは、1 組のクライアント回線、および 2 組のデジタルラッパ回線が接続されているものとする。なお、光分岐器 1 - 1 ~ 1 - 3、および光スイッチ 2 - 1 ~ 2 - 3 については、図 4 を参照しながら説明した通りである。

【 0 0 2 9 】

クライアント回線処理部 1 1 は、光分岐器 1 - 1 および光スイッチ 2 - 1 に接続されると共に、1 組のクライアント回線が接続されている。ここで、クライアント回線は、特に限定されるものではないが、例えば、SDH 回線、SONET 回線、イーサネット回線、IP 回線、ATM 回線である。そして、クライアント回線処理部 1 1 は、クライアント回線を介して伝送されてくる信号およびデータを終端し、そのデータをペイロードに格納したデジタルラッパフレームを作成して光分岐器 1 - 1 に渡す。また、クライアント回線処理部 1 1 は、光スイッチ 2 - 1 により選択されたデジタルラッパフレームからデータを抽出し、そのデータをクライアント回線へ導く。

【 0 0 3 0 】

デジタルラッパ処理部 1 2、1 3 は、デジタルラッパネットワークから受信したデジタルラッパフレームのオーバーヘッドを終端し、そのフレームを対応する光分岐器 1 - 2、1 - 3 に渡す。また、デジタルラッパ処理部 1 2、1 3 は、対応する光スイッチ 2 - 2、2 - 3 により選択されたデジタルラッパフレームのオーバーヘッドに対して所定の処理を実行した後、そのフレームをデジタルラッパネットワークに送出する。

【 0 0 3 1 】

なお、図 7 に示す例は、クライアント回線を収容する通信ノード（例えば、図 1 における通信ノード A、D、F、I）を想定しているが、クライアント回線を収容しない通信ノード（例えば、図 1 における通信ノード B、C、E、G、H）の場合は、クライアント回線処理部の代わりに、デジタルラッパ処理部が設けられるようにしてもよい。

【 0 0 3 2 】

図 8 は、通信ノードの具体的な構成を示す図である。ここでは、図 7 に示した例と同様に、1 組のクライアント回線、および 2 組のデジタルラッパ回線が接続されているものとする。また、クライアント回線を介して、SDH フレームまたはイーサネットパケットが送受信されるものとする。

【 0 0 3 3 】

SDH 終端部 2 1 は、クライアント回線を介して SDH フレームを受信したときに、その SDH フレームを終端する。一方、イーサネット終端部 2 2 は、クライアント回線を介してイーサネットパケットを受信したときに、そのイーサネットパケットを終端する。そして、挿入部 2 3 は、SDH 終端部 2 1 によって終端された SDH フレームまたはイーサネット終端部 2 2 によって終端されたイーサネットパケットを、デジタルラッパフレームのペイロードに挿入し、そのデジタルラッパフレームをスイッチ部 1 0 に渡す。

【 0 0 3 4 】

スイッチ部 1 0 は、図 4 を参照しながら説明した光分岐器 1 - 1 ~ 1 - 3 および光スイッチ 2 - 1 ~ 2 - 3 であって、制御部 3 0 からの指示に従って、クライアント回線処理部 1 1、デジタルラッパ処理部 1 2、1 3 間でデジタルラッパフレームのルーティングを行う。したがって、クライアント回線処理部 1 1 により作成されたデジタルラッパフレームは、デジタルラッパ処理部 1 2 または 1 3 へ導かれる。また、クライアント回線処理部 1 1 は、デジタルラッパ処理部 1 2 または 1 3 がデジタルラッパネットワークから受信したデジタルラッパフレームを受け取る。

【 0 0 3 5 】

抽出部 2 4 は、スイッチ 1 0 を介して受け取ったデジタルラッパフレームの

ペイロードからデータ（SDHフレームまたはイーサネットパケット）を抽出する。デジタルラッパーフレームにSDHフレームが格納されていた場合には、SDH処理部25によりデータ処理が行われ、デジタルラッパーフレームにイーサネットパケットが格納されていた場合には、イーサネット処理部26によりデータ処理が行われる。そして、選択部27は、SDH処理部25により処理されたSDHフレームまたはイーサネット処理部26により処理されたイーサネットパケットを選択してクライアント回線に導く。

【0036】

デジタルラッパー処理部31は、デジタルラッパーフレームにオーバーヘッド及び誤り訂正符号を付与して、あるいは、デジタルラッパーフレームに付与されているオーバーヘッド及び誤り訂正符号を更新して、そのフレームをデジタルラッパネットワークに送出する。また、デジタルラッパ終端部32は、デジタルラッパネットワークから受信したデジタルラッパーフレームを終端する。

【0037】

なお、図8に示す例では、挿入部23および抽出部24がクライアント回線処理部11に設けられているが、本発明は、この構成に限定されるものではない。すなわち、挿入部23および抽出部24は、デジタルラッパー処理部12、13に設けられてもよい。

【0038】

制御部40は、SDH/SONETのDCC（Data Communication Channel）またはそれと同等の機能を備え、他の通信ノード（または、後述するネットワーク管理装置50）との間でメッセージや制御情報を送受信する。ここで、DCCは、SDH/SONET信号のオーバーヘッド内のD1/D2/D3バイトを利用してセクション毎に通信を行う機能である。また、DCCは、SDH/SONET信号のオーバーヘッド内のD4～D12バイトを利用することで、より高速な通信を行うことも可能である。なお、ITU-TのG709において検討されているデジタルラッパ技術では、SDH/SONETのDCC又はそれと同等の機能が採用される予定である。このように、各通信ノードは、DCCまたはそれと同等の機能を利用して、他の通信ノードとの間でメッセージや制御情報を送受信

する。また、制御部 40 は、デジタルラッパネットワークの接続状態や障害情報をネットワーク管理装置 50 に通知すると共に、ネットワーク管理装置 50 からの指示に従ってスイッチ部 10 のパス切替動作などを制御する。

【0039】

ネットワーク管理装置（NMS：Network Management System）50 は、デジタルラッパネットワーク全体を管理するコンピュータであって、図 9 に示すように、デジタルラッパネットワークを構成する複数の通信ノードの中の任意の通信ノードに接続されている。図 9 に示す例では、ネットワーク管理装置 50 は、通信ノード C に接続されている。なお、以下では、ネットワーク管理装置 50 が接続されている通信ノードのことを「マスターノード」と呼ぶことがある。また、ネットワーク管理装置 50 は、必ずしも 1 台のコンピュータにより実現される必要はなく、分散配置された複数のコンピュータにより実現されるようにしてもよい。

【0040】

ネットワーク管理装置 50 とマスターノードとの間は、特に限定されるものではないが、例えば、RS-232C や LAN 通信等により情報の送受信が行われる。また、ネットワーク管理装置 50 と他の通信ノードとの間の通信は、基本的に、マスターノードを介して行われる。すなわち、ネットワーク管理装置 50 からある通信ノードにメッセージを送信する場合には、RS-232C または LAN 通信を利用してそのメッセージがマスターノードに送られた後、DCC を利用してそのマスターノードから宛先ノードへそのメッセージが転送される。一方、ある通信ノードからネットワーク管理装置 50 へ情報を送信する場合には、DCC を利用してその通信ノードからマスターノードへその情報が送られた後、RS-232C または LAN 通信を利用してその情報がネットワーク管理装置 50 へ転送される。

【0041】

各通信ノード（マスターノードを含む）の制御部 40 は、それぞれ、隣接する通信ノードを検出する。具体的には、例えば、制御部 40 は、デジタルラッパフレームのオーバヘッド内の空き領域を使用し、他の通信ノードの制御部 40 と

の間でノードIDを送受信することにより隣接する通信ノードを検出することができる。ここで、「ノードID」は、各通信ノードに対して一意に割り当てられている識別情報である。これにより、例えば、通信ノードAは、通信ノードB、Dに隣接していることを検出する。また、通信ノードBは、通信ノードA、C、Eと隣接していることを検出する。

【0042】

各通信ノードの制御部40は、それぞれ、上記手順により検出した隣接ノードをネットワーク管理装置50に通知する。このとき、この情報は、上述したように、DCCによりいったんマスターノードへ送られた後、そのマスターノードからネットワーク管理装置50へRS-232CまたはLAN通信等により転送される。なお、各通信ノードの制御部40は、上記情報を自発的に送信してもよいし、ネットワーク管理装置50からの要求に応じて送信してもよい。

【0043】

ネットワーク管理装置50は、各通信ノードから送られてくる情報を収集し、デジタルラッパネットワークのトポロジを認識する。具体的には、図10に示すメッシュテーブルを作成する。メッシュテーブルには、デジタルラッパネットワークを構成する各通信ノードがそれぞれどの通信ノードと接続されているのかを表す情報（トポロジ情報）が登録される。なお、図10に示すメッシュテーブルは、図9に示すデジタルラッパネットワークの構成を表す情報が登録されている。すなわち、図10に示すメッシュテーブルは、例えば、通信ノードAが通信ノードB、Dに接続しており、通信ノードBが通信ノードA、C、Eに接続していることを表している。

【0044】

また、ネットワーク管理装置50は、図11に示すルートテーブルを用いて、デジタルラッパネットワーク上に設定されるパスを管理する。なお、図11に示すルートテーブルは、図12に示すパスが登録された状態を表している。すなわち、この実施例では、通信ノードAに収容されているSDH装置61と通信ノードFに収容されているSDH装置62との間の通信を実現するために、通信ノードAから通信ノードB、Eを経由して通信ノードFへ到るルートが登録される

と共に、通信ノードDに収容されているイーサネット装置63と通信ノードIに収容されているイーサネット装置64との間の通信を実現するために、通信ノードDから通信ノードG、Hを経由して通信ノードIへ到るルートが登録されている。

【0045】

これらのルートは、ネットワーク管理装置50により設定される。ネットワーク管理装置50は、図10に示すメッシュテーブルを展開することによって、各通信ノード間に設定可能なルートを認識すると共に、それらのルートのホップ数（または、パス上に存在する通信ノードの数）を管理する。例えば、通信ノードA、F間には、下記のルートを設定可能である。ルート01：A-B-C-F（ホップ数=3）、ルート02：A-B-E-F（ホップ数=3）、ルート03：A-D-E-F（ホップ数=3）、ルート04：A-B-E-H-I-F（ホップ数=5）、ルート05：A-D-E-B-C-F（ホップ数=5）、ルート06：A-D-E-H-I-F（ホップ数=5）、ルート07：A-D-G-H-E-F（ホップ数=5）、ルート08：A-D-G-H-I-F（ホップ数=5）、以降は省略。

【0046】

また、通信ノードD、I間には、以下のルートを設定可能である。ルート11：D-E-F-I（ホップ数=3）、ルート12：D-E-H-I（ホップ数=3）、ルート13：D-G-H-I（ホップ数=3）、ルート14：D-A-B-C-F-I（ホップ数=5）、ルート15：D-A-B-E-F-I（ホップ数=5）、ルート16：D-A-B-E-H-I（ホップ数=5）、ルート17：D-E-B-C-F-I（ホップ数=5）、ルート18：D-G-H-E-F-I（ホップ数=5）、以降は省略。

【0047】

ここで、SDH装置61、62間でSDHフレームを送受信するためのルートを設定し、それに続いてイーサネット装置63、64間でイーサネットパケットを送受信するためのルートを設定するものとする。

【0048】

この場合、ネットワーク管理装置 5 0 は、まず、上述した通信ノード A、F 間に設定可能な複数のルートの中から最も短いルートを選択する。ここでは、ホップ数 = 3 のルートの中から、「ルート 0 2」を選択するものとする。そして、図 1 1 に示すように、ルートテーブルにおいて、通信ノード A、B 間の回線、通信ノード B、E 間の回線、及び通信ノード E、F 間の回線の状態を、「未使用」から「使用中」に書き換える。続いて、ネットワーク管理装置 5 0 は、上述した通信ノード D、I 間に設定可能な複数のルートの中から最も短いルートを選択する。ただし、通信ノード E、F 間の回線は、既に他の通信ルートのために使用されているので、「ルート 1 1」を選択することはできない。したがって、ここでは、ホップ数 = 3 のルートの中から、「ルート 1 3」を選択するものとする。そして、図 1 1 に示すように、ルートテーブルにおいて、通信ノード D、G 間の回線、通信ノード G、H 間の回線、及び通信ノード H、I 間の回線の状態を、「未使用」から「使用中」に書き換える。これにより、図 1 1 に示すルートテーブルの登録が終了する。

【 0 0 4 9 】

ネットワーク管理装置 5 0 は、上記通信ルートの設定に伴ってルートテーブルを更新すると、図 1 2 に示す信号伝送を実現するための指示を各通信ノードに与える。そして、各通信ノードの制御部 4 0 は、ネットワーク管理装置 5 0 からの指示を受け取ると、その指示に従ってスイッチ部 1 0（図 4 または図 6 に示した各光スイッチ）の状態を制御する。これにより、通信ノード A は、SDH 装置 6 1 から送出される SDH フレームをデジタルラッパーフレームのペイロードに格納して通信ノード B へ送信するようになる。また、通信ノード B は、通信ノード A から送られてくるデジタルラッパーフレームを通信ノード E へ転送し、通信ノード E は、そのデジタルラッパーフレームを通信ノード F へ転送するようになる。そして、通信ノード F は、通信ノード E から送られてくるデジタルラッパーフレームのペイロードから SDH フレームを抽出し、それを SDH 装置 6 2 へ送信するようになる。なお、この動作は、SDH 装置 6 2 から送信された SDH フレームを SDH 装置 6 1 へ伝送する場合も同じである。

【 0 0 5 0 】

一方、通信ノードDは、イーサネット装置63から送出されるイーサネットパケットをデジタルラッパーフレームのペイロードに格納して通信ノードGへ送信するようになる。また、通信ノードGは、通信ノードDから送られてくるデジタルラッパーフレームを通信ノードHへ転送し、通信ノードHは、そのデジタルラッパーフレームを通信ノードIへ転送するようになる。そして、通信ノードIは、通信ノードHから送られてくるデジタルラッパーフレームのペイロードからイーサネットパケットを抽出し、それをイーサネット装置64へ送信するようになる。なお、この動作は、イーサネット装置64から送信されたイーサネットパケットをイーサネット装置63へ伝送する場合も同じである。

【0051】

このように、実施形態のデジタルラッパーネットワークでは、いずれの通信方式のデータもデジタルラッパーフレームに格納されて伝送される。したがって、1つのネットワーク上に互いに異なる通信方式のネットワークを混在させることが可能になる。また、デジタルラッパーネットワーク上に設けられる通信ルートは、ネットワーク管理装置50によって一元的に管理されるので、その設定／変更が容易であり、また、効率的である。

【0052】

次に、デジタルラッパーネットワーク上で発生した障害の復旧動作について説明する。ここでは、図13に示すように、SDH装置61とSDH装置62との間の通信ノードA、B、E、Fを経由する通信ルートが設定されると共に、イーサネット装置63とイーサネット装置64との間の通信ノードD、G、H、Iを経由する通信ルートが設定されているときに、通信ノードG、H間の回線に障害が発生したものとする。なお、この障害が発生した時点で、メッシュテーブルおよびルートテーブルは、それぞれ、図10および図11に示す状態である。

【0053】

上記障害が発生すると、通信ノードGは、通信ノードHから信号を受信できなくなり、通信ノードHは、通信ノードGから信号を受信できなくなるので、通信ノードG、Hは、それぞれ、その旨をネットワーク管理装置50に通知する。この情報は、例えば、DCCまたはそれと同等の機能により通知される。

【0054】

ネットワーク管理装置50は、上記通知により、通信ノードG、H間の回線に障害が発生したことを検出すると、その障害により影響を受けるルートの再設定を試みる。この例では、イーサネット装置63とイーサネット装置64との間に迂回ルートを設定する。この場合、ネットワーク管理装置50は、まず、メッシュテーブルおよびルートテーブルを参照し、上記障害が発生した回線を使用しないルートの中で最も短いルートを検出する。このとき、他の通信ルート（ここでは、SDH装置61とSDH装置62との間の通信ルート）と競合することは許されない。すなわち、通信ノードD、E、F、Iを経由するルートは設定できない。したがって、ネットワーク管理装置50は、イーサネット装置63とイーサネット装置64との間の通信ルートとして、図13に示すように、通信ノードD、E、H、Iを経由するルートを選択する。

【0055】

ネットワーク管理装置50は、上述のようにして新たなルートを決定すると、図14に示すように、ルートテーブルを更新する。そして、この更新されたルートテーブルに従って、対応する通信ノード（ここでは、通信ノードD、E、H）に新たなルート切替指示を与える。具体的には、通信ノードDに対しては、「クライアント回線と回線DEとを相互に接続する」が与えられる。また、通信ノードEに対しては、「回線BEと回線EFとを相互に接続すると共に、回線DEと回線EHとを相互に接続する」が与えられる。さらに、通信ノードHに対しては、「回線EHと回線HIとを相互に接続する」が与えられる。このとき、これらの指示は、ネットワーク管理装置50からマスターノードへ送られた後、そのマスターノードから対応する通信ノードへDCCまたはそれと同等の機能により通知される。一方、これらの通信ノードは、それぞれ、与えられた指示に従ってスイッチ部10（図4または図6に示した各光スイッチ）の状態を制御する。そして、これにより、図13に示す通信が実現されることになる。すなわち、イーサネット装置63、64間の通信が復旧することになる。

【0056】

図15は、本発明の他の実施形態のデジタルラッパーフレームのフォーマット

を示す図である。この実施形態のデジタルラッパーフレームは、そのペイロードが、現用系用領域と予備系用領域とに分離されている。すなわち、この実施形態では、各デジタルラッパーフレームが、現用系用データおよび予備系用データを同時に伝送することができる。なお、現用系用領域および予備系用領域は、基本的に、互いに同じ大きさである。

【0057】

この場合、ネットワーク管理装置50に設けられているルートテーブルは、図16(a)に示すように、各通信ノード間の回線ごとに、現用系用領域および予備系用領域の使用状態を個別に管理する。なお、ルートテーブルが図16(a)に示すように設定されると、デジタルラッパーネットワーク上には、図17に示すパスが設定される。すなわち、SDH装置61、62間で伝送されるSDHフレームは、デジタルラッパーフレームの現用系用領域に格納されて、通信ノードA、B、E、Fを介して送受信される。また、イーサネット装置63、64間で伝送されるイーサネットパケットは、デジタルラッパーフレームの現用系用領域に格納されて、通信ノードD、G、H、Iを介して送受信される。このように、通常時は、デジタルラッパーフレームの予備系用領域は使用されることはなく、データは、基本的に、デジタルラッパーフレームの現用系用領域に格納されて伝送される。

【0058】

上記デジタルラッパーネットワークにおいて障害が発生すると、上述した実施例と同様に、その障害がネットワーク管理装置50に通知される。そして、ネットワーク管理装置50は、障害の発生場所を認識すると、その障害によって停止した通信を復旧するように、ルートテーブルを更新する。このとき、デジタルラッパーフレームの予備系用領域が使用される。すなわち、ネットワーク管理装置50は、メッシュテーブルおよびルートテーブルを参照し、設定可能なパスの中で最も短いパスを選択する。

【0059】

例えば、図18に示すように、通信ノードG、H間の回線で障害が発生したものとすると、ネットワーク管理装置50は、例えば、デジタルラッパーフレーム

の予備系用領域を利用して、通信ノードD、E、F、Iを経由するパスを設定する。ここで、図18に示す障害ような復旧を行うためには、ルートテーブルは図16(b)に示す状態に更新される。そして、この更新されたルートテーブルに従って対応する通信ノードにパス切替指示を与えることにより、図18に示す状態が実現される。

【0060】

図18において、SDHフレームは、デジタルラッパフレームの現用系用領域に格納され、通信ノードB、Eを介して通信ノードAと通信ノードFとの間で伝送される。一方、イーサネットパケットは、デジタルラッパフレームの予備系用領域に格納され、通信ノードE、Fを介して通信ノードDと通信ノードIとの間で伝送される。したがって、通信ノードE、F間では、デジタルラッパフレームの現用系用領域および予備系用領域を利用して、SDH信号およびイーサネット信号の双方が伝送されることになる。

【0061】

この実施形態においては、各通信ノードは、必要に応じて、デジタルラッパフレームの現用系用領域のデータを送信するときと、予備系用領域のデータを処理するときとで、スイッチ部10の状態を変化させる。一例を示す。

【0062】

図19(a)および図19(b)は、図18に示す状態における通信ノードEのスイッチ部10の動作を示す図である。なお、通信ノードEには4組の入出力回線が接続されているので、スイッチ部10は、実際には図6に示す構成であるが、ここでは、説明を簡単にするために、構成の一部を省略している。

【0063】

通信ノードEのスイッチ部10は、現用系用領域のデータを送信する期間は、図19(a)に示す状態に制御される。すなわち、光スイッチ2-2は、通信ノードBから送出されたSDHフレームを通信ノードFに導くように制御され、光スイッチ2-1は、通信ノードFから送出されたSDHフレームを通信ノードBに導くように制御される。一方、予備系用領域のデータを送信する期間は、通信ノードEのスイッチ部10は、図19(b)に示す状態に制御される。即ち、光

スイッチ 2-2 は、通信ノード D から送出されたイーサネットパケットを通信ノード F に導くように制御され、光スイッチ 2-1 は、通信ノード F から送出されたイーサネットパケットを通信ノード D に導くように制御される。

【0064】

なお、他の通信ノードの動作については説明を省略するが、スイッチ部 10 の制御方法は、基本的に同じである。

このように、この実施形態においては、デジタルラッパーフレームのペイロードが現用系用領域と予備系用領域とに分割されており、必要に応じてその予備系用領域を利用してデータを伝送するようにしたので、障害発生時に柔軟にルートの再設定を行うことができる。例えば、図 13 に示す例では、通信ノード E、F 間の回線は、SDH フレームを格納したデジタルラッパーフレームを伝送するために占有されているので、その回線を介してイーサネットパケットを格納したデジタルラッパーフレームを伝送することはできない。これに対して、この実施形態のデジタルラッパネットワークでは、各回線を介してそれぞれ 2 セットの信号を伝送することができる。したがって、図 18 に示すように通信ノード G、H 間の回線に障害が発生したときに、デジタルラッパーフレームのペイロードの予備系用領域を利用すれば、イーサネットパケットを格納したデジタルラッパーフレームを、通信ノード D、E、F、I を介して伝送することもできるし、通信ノード D、E、H、I を介して伝送することもできる。すなわち、障害を復旧させるための選択肢が広がる。

【0065】

なお、上述の実施例では、デジタルラッパーフレームのペイロードが 2 つの領域に分割されているが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、デジタルラッパーフレームのペイロードを 3 以上の領域に分割し、現用系用領域、第 1 の予備系用領域、第 2 の予備系用領域、・・・が定義されるようにしてもよい。このように、デジタルラッパーフレームのペイロードをより多くの領域に分割すれば、障害を復旧させるための迂回ルートの設定の自由度が高くなる。

【0066】

図 20 は、本発明を WDM 通信システムに適用した場合の実施例である。この

実施形態では、各通信ノードは、それぞれWDM装置71を備えており、互いに波長の異なる複数の搬送波を利用して複数のデジタルラッパフレームを並列に送受信する。なお、図20において、メッシュ装置72-1～72-Nは、それぞれ、回線を終端する機能および信号の転送ルートを切り替える機能を備え、その構成は図8に示した通りである。また、ナローバンドユニット73-1～73-Nは、対応するメッシュ装置72-1～72-Nから出力されるデジタルラッパフレームを、ITU-Tにおいて規定されているWDM通信の周波数グリッドに対応する波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を利用して送信する。

【0067】

上記構成により、イーサネット装置間で送受信されるイーサネットパケット、およびSDH装置間で送受信されるSDHフレームは、それぞれデジタルラッパフレームのペイロードに格納され、WDM装置71によって多重化されて並列に伝送される。したがって、新たなパスを設定する際には、メッシュ装置とナローバンドユニットとの組合せを追加するだけでよく、容易に回線の大容量化が図れる。

【0068】

なお、WDM通信においては、各波長のパワーが等化されていることが望ましい。このため、この実施形態においては、図21に示すように、各メッシュ装置72-1～72-Nが光増幅器および／または光減衰器を備えている。また、パワーモニタ74は、WDM光の中に多重化されている各波長の光パワーを検出する。そして、そのパワーモニタ74による検出結果に基づいて、WDM光が等化されるように、各メッシュ装置72-1～72-Nに設けられている光増幅器の利得および／または光減衰器の減衰量が動的に制御される。この結果、複数のデジタルラッパフレームを並列に伝送するWDM光が等化され、ビット誤り率の改善が期待される。

【0069】

図22は、本発明のさらに他の実施形態のネットワーク構成を示す図である。ここでは、通信ノードA、B、E、H、G、DにそれぞれSDH装置が接続されており、それらの通信ノードによってSDHリングネットワークが構成されてい

る。また、通信ノードC、F、Iにはそれぞれイーサネット装置が接続されており、これらの通信ノードによってイーサネットシステムが構成されている。

【0070】

ネットワーク管理装置50は、上述の実施例と同様に、メッシュテーブルおよびルートテーブルを備える。ただし、この実施形態のルートテーブルは、単にパスが設定されているルートが登録されるだけでなく、図23に示すように、設定されている通信ルートを介して伝送される信号の種別も登録される。例えば、通信ノードA、B間の回線は、SDHフレームを格納したデジタルラッパーフレームが伝送される旨が登録されている。また、通信ノードC、F間の回線は、イーサネットパケットを格納したデジタルラッパーフレームが伝送される旨が登録されている。

【0071】

ネットワーク管理装置50は、上記デジタルラッパーネットワークにおいて障害が発生すると、基本的には、上述の実施例と同様に、迂回ルートを設定することにより復旧処理を実行する。ただし、障害によって影響を受ける通信が、自立復旧機能を備えている場合には、ネットワーク管理装置50は、復旧処理を実行しない。

【0072】

例えば、図24に示すように、SDHリングネットワークを構成する通信ノードD、G間の回線で障害が発生したときは、そのSDHリングネットワークは、SDHが備えるループバック機能により復旧処理を実行する。このため、この場合、ネットワーク管理装置50は、上記障害に伴う復旧処理を実行する必要がない。すなわち、ルートテーブルは書き換えられない。

【0073】

一方、図25に示すように、イーサネットシステムを構成する通信ノードF、I間の回線で障害が発生したときは、ネットワーク管理装置50がその障害に対応する復旧処理を実行する。具体的には、まず、SDHフレームを格納するデジタルラッパーフレームを伝送するために割り当てられていた通信ノードE、H間の回線を開放する。また、通信ノードF、E、Hを介して通信ノードC、I間を

接続するルートを、イーサネットパケットを格納するデジタルフレームを伝送するために割り当てる。そして、この情報は、ルートテーブルに書き込まれる。なお、SDHリングネットワークは、上記ネットワーク管理装置50による復旧処理により切断されることになるが、SDHが備えるループバック機能により自立的に復旧される。

【0074】

このように、この実施形態のネットワーク管理装置50は、デジタルラッパネットワーク上で障害が発生したときに、その障害により影響を受ける通信の種類を識別し、その識別結果に応じて復旧処理を実行するか否かを判断したり、或いは、その識別結果に応じて復旧方法を選択する。よって、ネットワーク管理装置50の負荷が軽くなり、また、ネットワーク管理装置50と各通信ノードとの間の情報の送受信を少なくすることができる。

【0075】

図26は、ネットワーク管理装置50の動作を示すフローチャートである。なお、このフローチャートは、図13に示した復旧処理に対応する。

ステップS1では、障害の発生に係わる通信ノードから、障害が発生した旨を表示するメッセージが通知される。このとき、このメッセージは、障害の発生に係わる通信ノードからマスターノードへは、DCCまたはそれと同等に機能により通知され、マスターノードからネットワーク管理装置50へは、RS-232CまたはLAN通信などにより通知される。

【0076】

ステップS2では、通知された障害の発生に伴って、先に設定されている通信ルートを変更する必要があるか否かを調べる。具体的には、メッシュテーブルおよびルートテーブルを参照し、通知された障害が先に設定されている通信ルート上で発生したのか否かを調べる。このとき、もし、先に設定されている通信ルートとは関係のない場所で障害が発生したのであれば、ルート変更行うことなく処理を終了する。一方、先に設定されている通信ルート上で障害が発生した場合には、ステップS3以降の処理が実行される。

【0077】

ステップS3およびS4では、メッシュテーブルおよびルートテーブルを参照し、障害により切断された通信ルートを復旧するための迂回ルートを設定できるか否かを調べる。具体的には、他の通信により占有されていないルートを設定できるか否かを調べる。このとき、もし、複数のルートを設定可能なときは、最も短いルートが選択される。なお、迂回ルートを設定できない場合は、ステップS5において、その旨を通知するメッセージをオペレータに送る。

【0078】

ステップS6では、ステップS4において決定した迂回ルートをルートテーブルに登録する。そして、その迂回ルートに係わる通信ノードにおいてその迂回ルートを実現するためのスイッチ制御情報（スイッチ部10の光スイッチを制御する情報を含む）を作成する。ステップS7では、スイッチ制御情報の宛先を設定する。ステップS8では、作成したスイッチ制御情報に対応する通信ノードへ送信する。このとき、ネットワーク管理装置50からマスターノードへは、RS-232CまたはLAN通信などによりスイッチ制御情報が送信され、マスターノードから対応する通信ノードへは、DCCまたはそれと同等の機能によりスイッチ制御情報が転送される。

【0079】

迂回ルートに係わる各通信ノードは、それぞれ、ネットワーク管理装置50からのスイッチ制御情報に従って、光スイッチ部10の光スイッチの状態を制御する。そして、各通信ノードは、スイッチ制御情報に従って対応する光スイッチを切り替えると、ネットワーク管理装置50へ設定完了通知を送信する。

【0080】

ステップS9では、迂回ルートに係わる各通信ノードから設定完了通知を受信する。そして、ステップS10において、ルート変更が完了したことを表すメッセージを、障害を検出した通信ノードに通知し、処理を終了する。

【0081】

なお、ステップS2においてルート変更の可否を判断する際に、障害により影響を受ける通信ルートの通信方式を考慮するようにすれば、図22～図25に示した通信システムが実現される。

【0082】

図27は、他の実施形態におけるネットワーク管理装置50の動作を示すフローチャートである。なお、このフローチャートは、図15～図19に示した復旧処理に対応する。すなわち、このフローチャートは、デジタルラッパーフレームのペイロードが現用系用領域と予備系用領域とに分割されていることを前提とする。そして、このフローチャートの処理は、デジタルラッパーネットワーク上で障害が発生した場合であって、現用系用領域を利用して設定される現用系ルートによってはその障害を復旧できないと判断された場合に実行される。

【0083】

ステップS21およびS22では、メッシュテーブルおよび図16に示すルートテーブルを参照し、予備系用領域を利用して設定される予備系ルートを利用して、障害により切断されたパスを復旧するための迂回ルートを設定できるか否かを調べる。このとき、もし、複数の迂回ルートを設定可能なときは、最も短いルートが選択される。なお、予備系ルートを利用しても迂回ルートを設定できない場合は、ステップS23において、その旨を通知するメッセージをオペレータに送る。

【0084】

ステップS24～S28は、基本的には、図26に示したステップS6～S10と同じである。ただし、図26に示した実施形態では、各通信ノードにおいて相互に接続すべき回線を選択するスイッチ制御情報が作成されるのに対し、図27に示す実施形態では、各回線上に複数の仮想パス（現用系／予備系）を設定できる構成なので、各通信ノードにおいて相互に接続すべき仮想パスを選択するスイッチ制御情報が作成される。

【0085】

（付記1）複数の通信ノードが接続されたネットワークにおいて使用される通信システムであって、

上記複数の通信ノードのそれぞれに設けられ、デジタルラッパーフレームを送受信するデジタルラッパー手段と、

上記複数の通信ノードの中の第1の通信ノードおよび第2の通信ノードに設け

られ、それぞれ、所定のフォーマットのデータとデジタルラッパーフレームとを相互に変換する変換手段と、

上記複数の通信ノードの状態を管理するネットワーク管理手段を備え、

上記デジタルラッパー手段は、上記第1の通信ノードに設けられている変換手段により得られたデジタルラッパーフレームを上記ネットワーク管理手段からの指示に従って上記第2の通信ノードに伝送し、

上記第2の通信ノードに設けられている変換手段が、受信したデジタルラッパーフレームを上記所定のフォーマットのデータに変換する

ことを特徴とする通信システム。

【0086】

(付記2) 付記1に記載の通信システムであって、

上記ネットワーク管理手段は、

上記複数の通信ノードの接続関係を表すトポロジ情報を格納する第1の格納手段と、

上記第1の通信ノードと第2の通信ノードとを結ぶ通信ルートを表すルート情報を格納する第2の格納手段と、

上記トポロジ情報およびルート情報に基づいて上記通信ルートに係わる通信ノードに指示を与える制御手段と、

を有する。

【0087】

(付記3) 付記2に記載の通信システムであって、

上記トポロジ情報および先に格納されているルート情報を参照し、上記第1の通信ノードと第2の通信ノードとを結ぶ通信ルートを決定制し、その新たに決定した通信ルートに対応するルート情報を上記第2の格納手段に書き込むルート決定手段をさらに有する。

【0088】

(付記4) 付記2に記載の通信システムであって、

上記ネットワーク管理手段は、

上記ネットワーク上で発生した障害の発生場所を検出する障害検出手段と、

上記障害検出手段により検出された障害の発生場所に応じて上記第2の格納手段に格納されているルート情報を更新する更新手段、をさらに有し、

上記制御手段は、上記更新手段により更新されたルート情報に基づいて対応する通信ノードに指示を与える。

【0089】

(付記5) 付記2に記載の通信システムであって、

上記ネットワーク管理手段は、上記複数の通信ノード間の各回線の通信資源を第1のパスおよび第2のパスとして使用するための情報を管理しており、

上記制御手段は、上記ネットワーク上で障害が検出されていないときは、上記第1のパスを利用して上記通信ルートを設定するように対応する通信ノードに指示を与え、上記ネットワーク上で障害が検出されたときは、その障害の発生場所に応じて第2のパスを利用した迂回ルートを設定するための指示に対応する通信ノードに与える。

【0090】

(付記6) 付記2に記載の通信システムであって、

上記ネットワーク管理手段は、

上記第1の通信ノードと第2の通信ノードとを結ぶ通信ルート上で障害が発生したときに、その通信ルートを介して伝送されている信号の種別に応じて迂回ルートを設定するか否かを判断する判断手段と、

上記判断手段により迂回ルートを設定すると判断されたときに、上記第2の格納手段に格納されているルート情報を更新する更新手段、をさらに有し、

上記制御手段は、上記更新手段によりルート情報が更新されたときに、その更新されたルート情報に基づいて対応する通信ノードに指示を与える。

【0091】

(付記7) 付記6に記載の通信システムであって、

上記判断手段は、障害が発生した通信ルートがSDHネットワークまたはSONETネットワークであったときは、迂回ルートを設定しない旨の決定をする。

【0092】

(付記8) 付記6に記載の通信システムであって、

上記判断手段は、障害が発生した通信ルートがイーサネットシステムであったときは、迂回ルートを設定する旨の決定をする。

【 0 0 9 3 】

(付記 9) 付記 1 に記載の通信システムであって、
上記複数の通信ノード間の回線は WDM 伝送路であり、
各通信ノードは、それぞれ、互いに異なるデータを格納したデジタルラッパーフレームを並列に伝送するための多重化手段をさらに有する。

【 0 0 9 4 】

(付記 1 0) 付記 9 に記載の通信システムであって、
上記各通信ノードは、WDM 信号を等化する等化手段をさらに有する。
(付記 1 1) 付記 1 0 に記載の通信システムであって、
上記等化手段は、WDM 光を減衰させる可変光減衰器、およびその可変光減衰器を制御する制御回路である。

【 0 0 9 5 】

(付記 1 2) 付記 1 0 に記載の通信システムであって、
上記等化手段は、WDM 光を増幅させる光増幅器、およびその光増幅器を制御する制御回路である。

【 0 0 9 6 】

(付記 1 3) 複数の通信装置が接続されたネットワークにおいて使用される上記複数の通信装置の中の任意の通信装置であって、

第 1、第 2、第 3 の光入力回線を介して受信した光信号をそれぞれ分岐する第 1、第 2、第 3 の光分岐器と、

上記第 2 の光分岐器から出力される光信号または上記第 3 の光分岐器から出力される光信号を選択して第 1 の光出力回線に導く第 1 の光スイッチと、

上記第 1 の光分岐器から出力される光信号または上記第 3 の光分岐器から出力される光信号を選択して第 2 の光出力回線に導く第 2 の光スイッチと、

上記第 1 の光分岐器から出力される光信号または上記第 2 の光分岐器から出力される光信号を選択して第 3 の光出力回線に導く第 3 の光スイッチと、

上記第 1 の光入力回線および第 1 の光出力回線を介して伝送されるデジタルラ

ッパーフレームのオーバーヘッドを処理する処理手段と、

上記複数の通信装置を介して通信ルートを設定するための指示に従って上記第 1 ～第 3 の光スイッチを制御する制御手段と、
を有する通信装置。

【0 0 9 7】

(付記 1 4) 付記 1 3 に記載の通信装置であって、

上記第 2 または第 3 の光入力回線を介して受信したデータをデジタルラッパーフレームのペイロードに格納して上記処理手段に導く手段と、

上記処理手段により終端されたデジタルラッパーフレームのペイロードからデータを抽出して上記第 2 または第 3 の光出力回線に導く手段、
をさらに有する。

【0 0 9 8】

(付記 1 5) 複数の通信ノードが接続されたネットワークを管理するネットワーク管理装置であって、

上記複数の通信ノードの接続関係を表すトポロジ情報を格納する第 1 の格納手段と、

所定のフォーマットのデータとデジタルラッパーフレームとを相互に変換する変換手段を備える上記複数の通信ノードの中の第 1 の通信ノードと第 2 の通信ノードとを結ぶ通信ルートを表すルート情報を格納する第 2 の格納手段と、

上記トポロジ情報およびルート情報に基づいて上記通信ルートに係わる通信ノードにデジタルラッパーフレームを伝送するための指示を与える制御手段と、
を有するネットワーク管理装置。

【0 0 9 9】

(付記 1 6) 付記 1 5 に記載のネットワーク管理装置であって、

上記ネットワーク上で発生した障害の発生場所を検出する障害検出手段と、

上記障害検出手段により検出された障害の発生場所に応じて上記第 2 の格納手段に格納されているルート情報を更新する更新手段、をさらに有し、

上記制御手段は、上記更新手段により更新されたルート情報に基づいて対応する通信ノードに指示を与える。

【 0 1 0 0 】**【発明の効果】**

本発明によれば、簡単な構成でまたは低コストでデジタルラッパーネットワークを構築できる。また、障害復旧機能を備えるようにしたので、ネットワークの信頼性が向上する。さらに、通信ノードを構成するユニットの追加／交換が容易なので、ネットワーク構成を変更／拡張する際の作業時間が短くなる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明に係わる通信システムの一例を示す図である。

【図 2】

デジタルラッパーフレームのフォーマットを示す図である。

【図 3】

デジタルラッパーフレームの作成および終端について説明する図である。

【図 4】

各通信ノードのパス切替機能を模式的に示す図である。

【図 5】

ライトガードシステムを模式的に示す図である。

【図 6】

通信ノードの回線を増設する方法を説明する図である。

【図 7】

通信ノードの構成図である。

【図 8】

通信ノードの具体的な構成を示す図である。

【図 9】

ネットワーク管理装置の接続形態を示す図である。

【図 1 0】

メッシュテーブルの実施例である。

【図 1 1】

ルートテーブルの実施例である。

【図 1 2】

デジタルラッパーネットワーク上の設定されるパスを示す図である。

【図 1 3】

障害発生時にルートを再設定する動作を説明する図である。

【図 1 4】

ルートテーブルの更新の例である。

【図 1 5】

他の実施形態のデジタルラッパーフレームのフォーマットを示す図である。

【図 1 6】

他の実施形態のルートテーブルの実施例である。

【図 1 7】

他の実施形態におけるネットワークの状態の例である。

【図 1 8】

他の実施形態における障害の復旧方法を示す図である。

【図 1 9】

障害復旧時のスイッチ部の動作を示す図である。

【図 2 0】

本発明をWDM通信システムに適用した場合の実施例である。

【図 2 1】

WDM光を等化する機能を説明する図である。

【図 2 2】

本発明のさらに他の実施形態のネットワーク構成を示す図である。

【図 2 3】

図 2 2 に示す実施形態のルートテーブルの実施例である。

【図 2 4】

障害復旧時の動作を示す図（その 1）である。

【図 2 5】

障害復旧時の動作を示す図（その 2）である。

【図 2 6】

ネットワーク管理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 2 7】

他の実施形態におけるネットワーク管理装置の動作を示すフローチャートである。

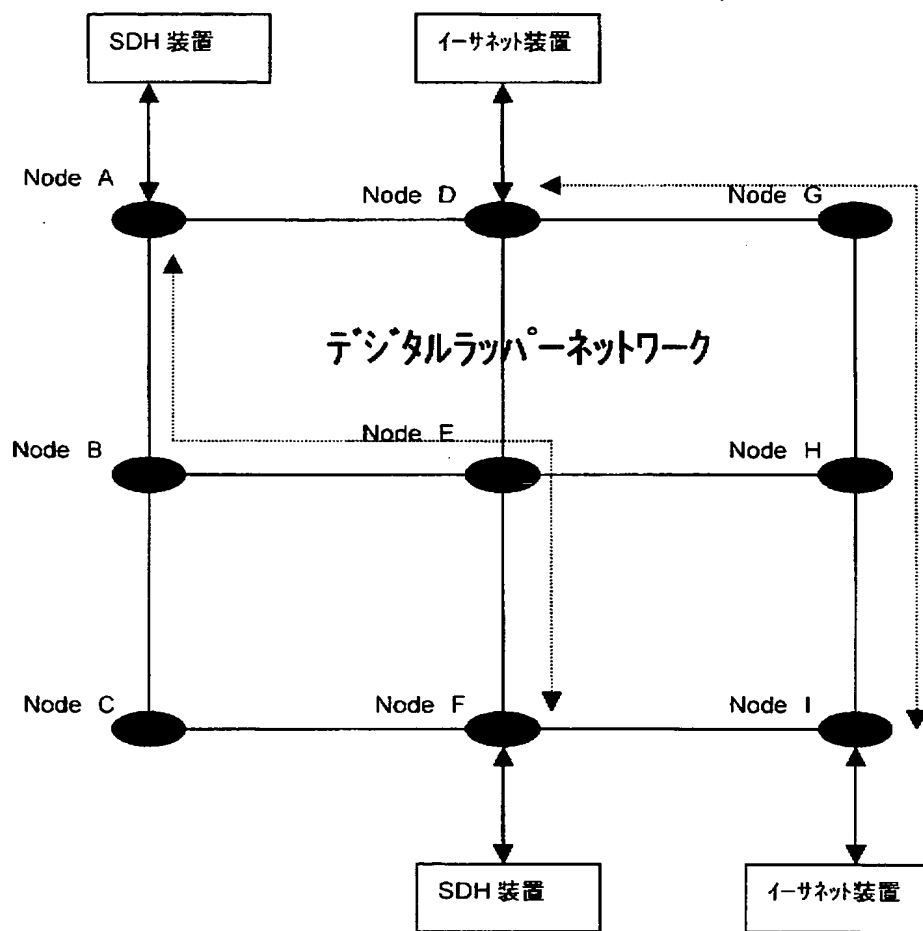
【符号の説明】

- 1 - 1 ~ 1 - 3 光分岐器
- 2 - 1 ~ 2 - 3 光スイッチ
- 1 0 スイッチ部
- 1 1 クライアント回線処理部
- 1 2、1 3 デジタルラッパ処理部
- 4 0 制御部
- 5 0 ネットワーク管理装置
- 6 1、6 2 S D H 装置
- 6 3、6 4 イーサネット装置
- 7 3 - 1 ~ 7 3 - N ナローバンドユニット

【書類名】 図面

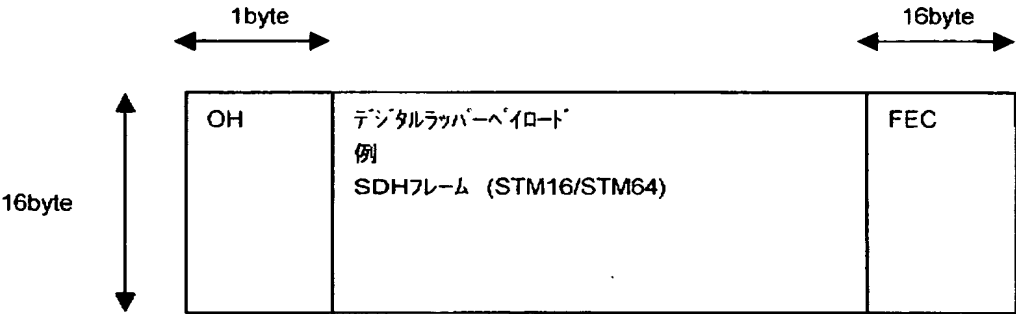
【図 1】

本発明に係わる通信システムの一例を示す図



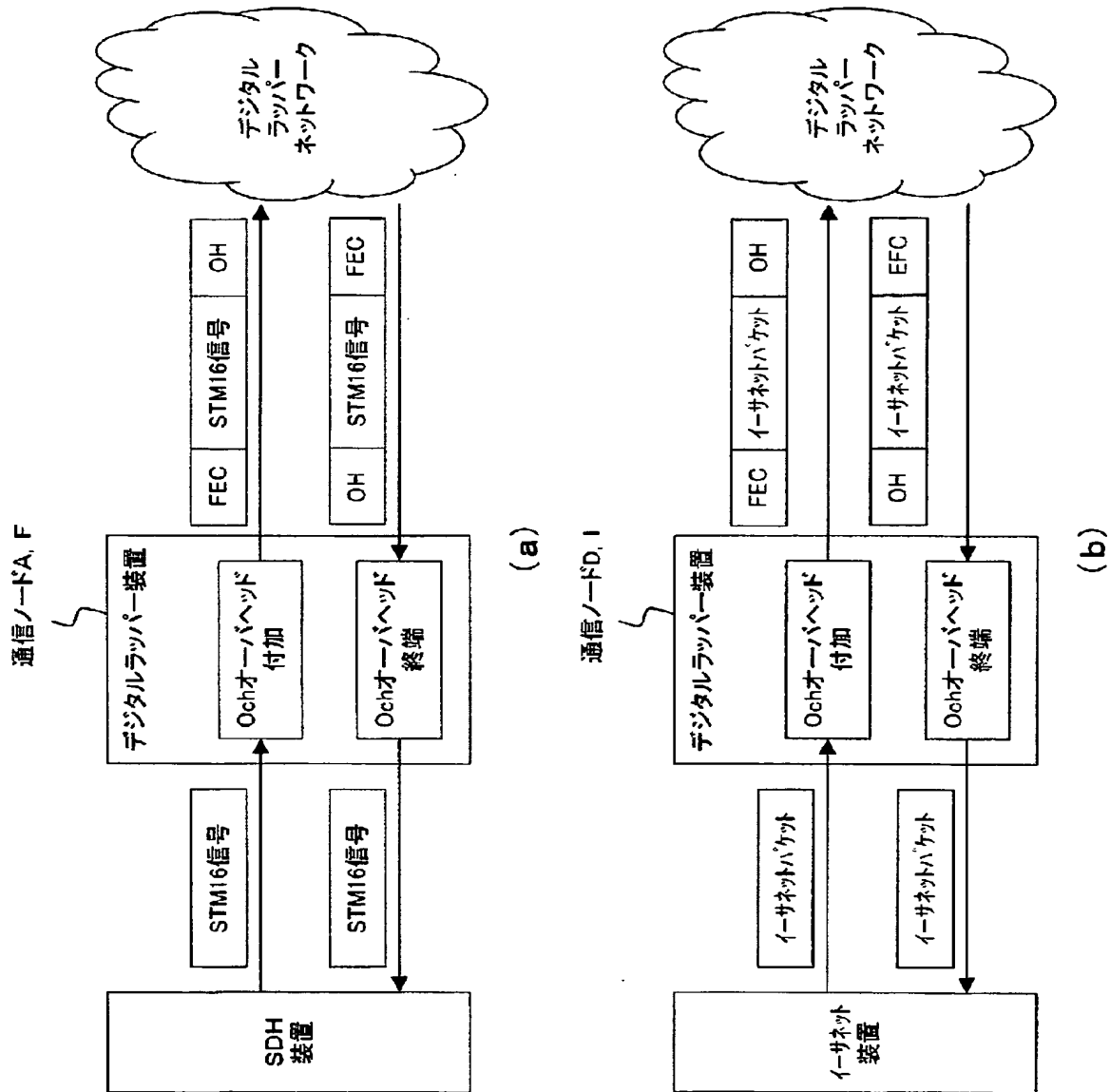
【図 2】

デジタルラッパフレームのフォーマットを示す図



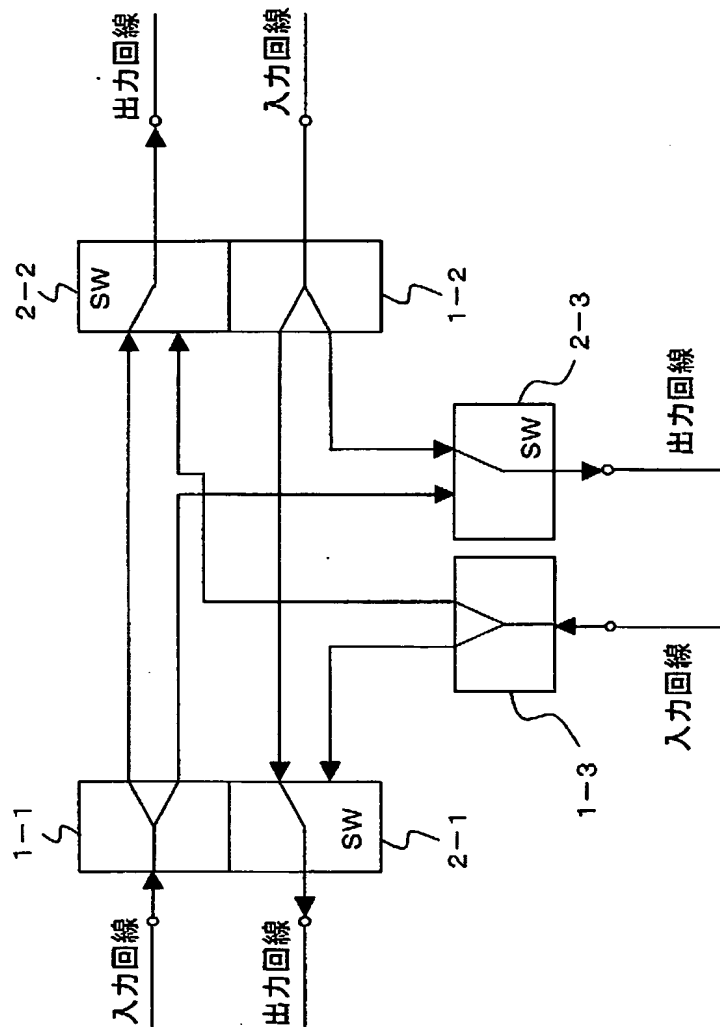
【図3】

デジタルラッパーフレームの作成および終端について説明する図



【図 4】

各通信ノードのパス切替機能を模式的に示す図



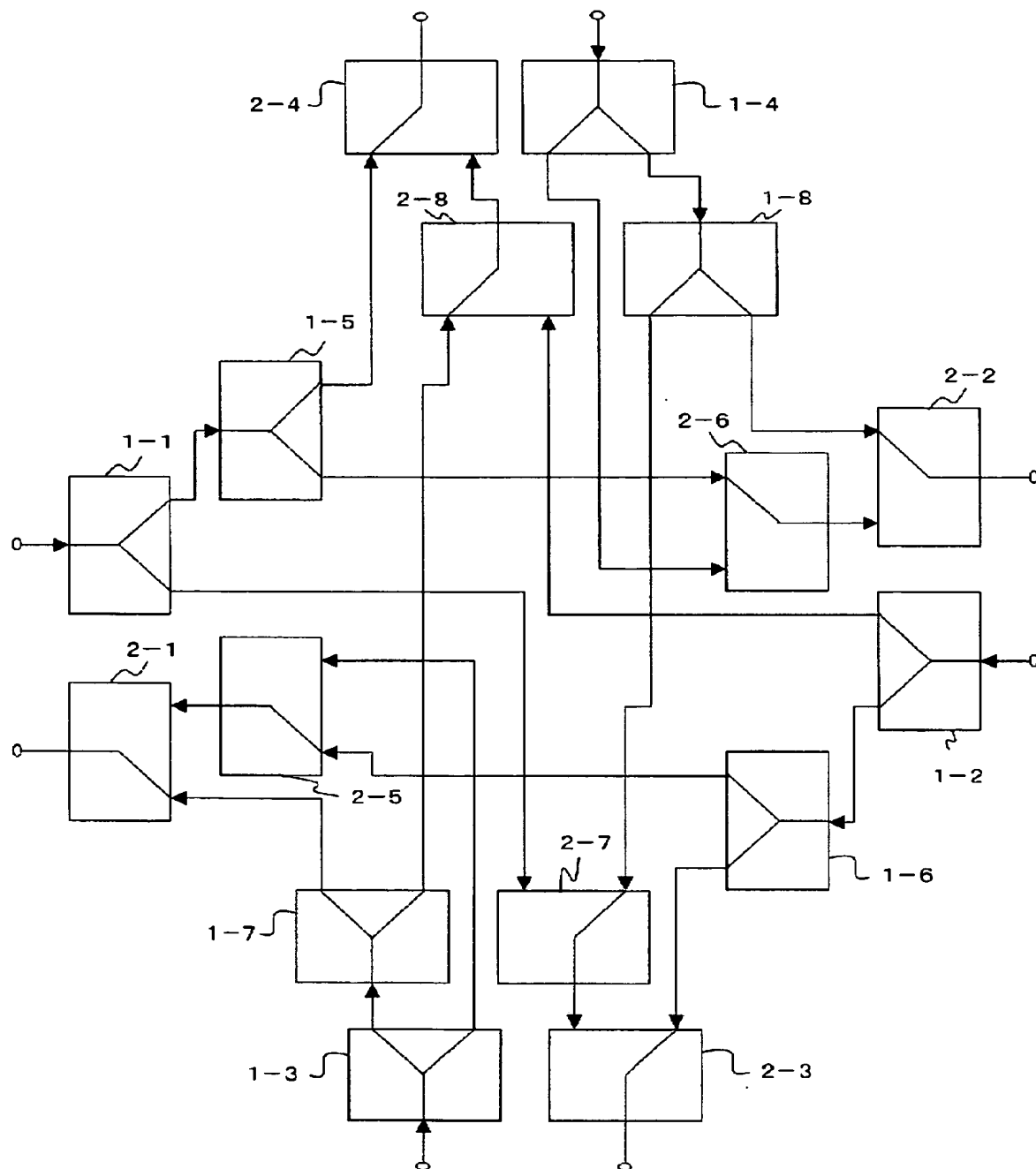
【図 5】

ライトガードシステムを模式的に示す図



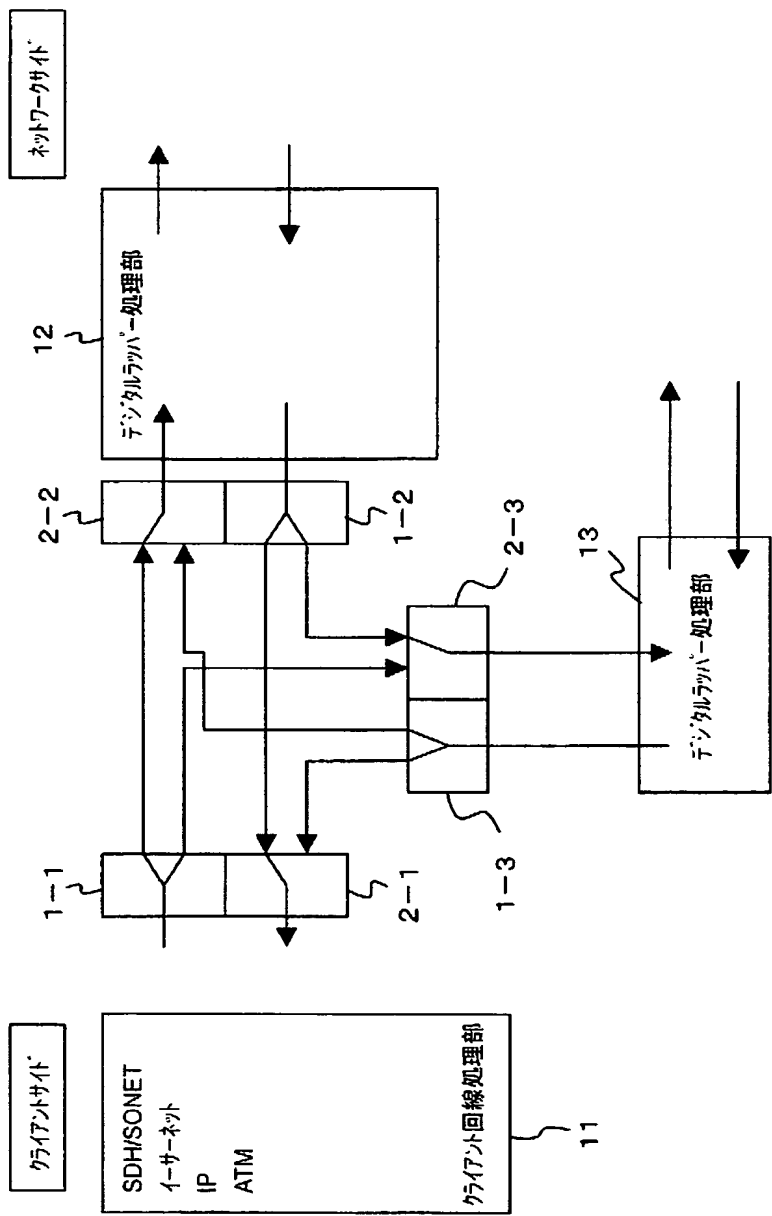
【図 6】

通信ノードの回線を増設する方法を説明する図



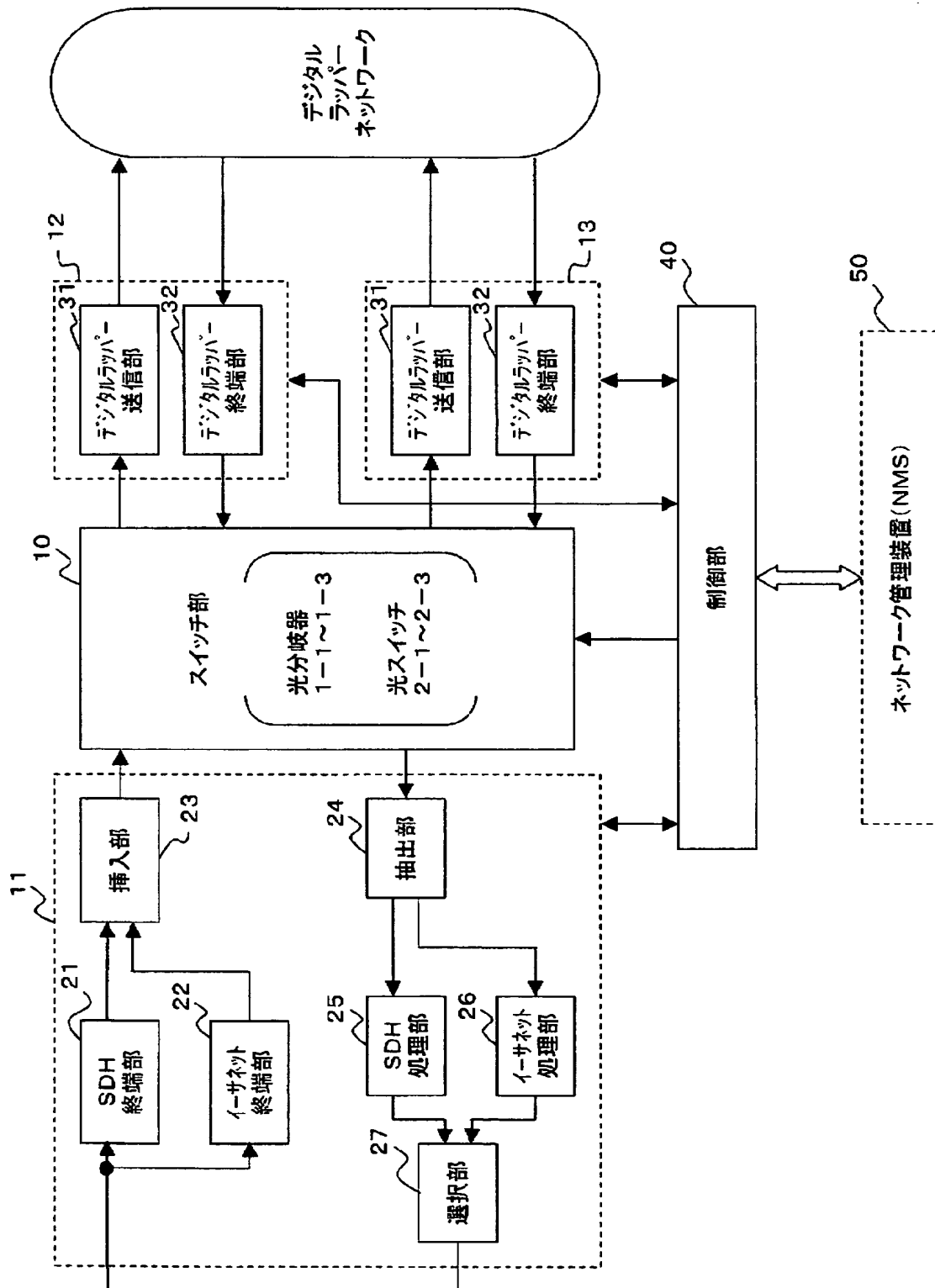
【図 7】

通信ノードの構成図



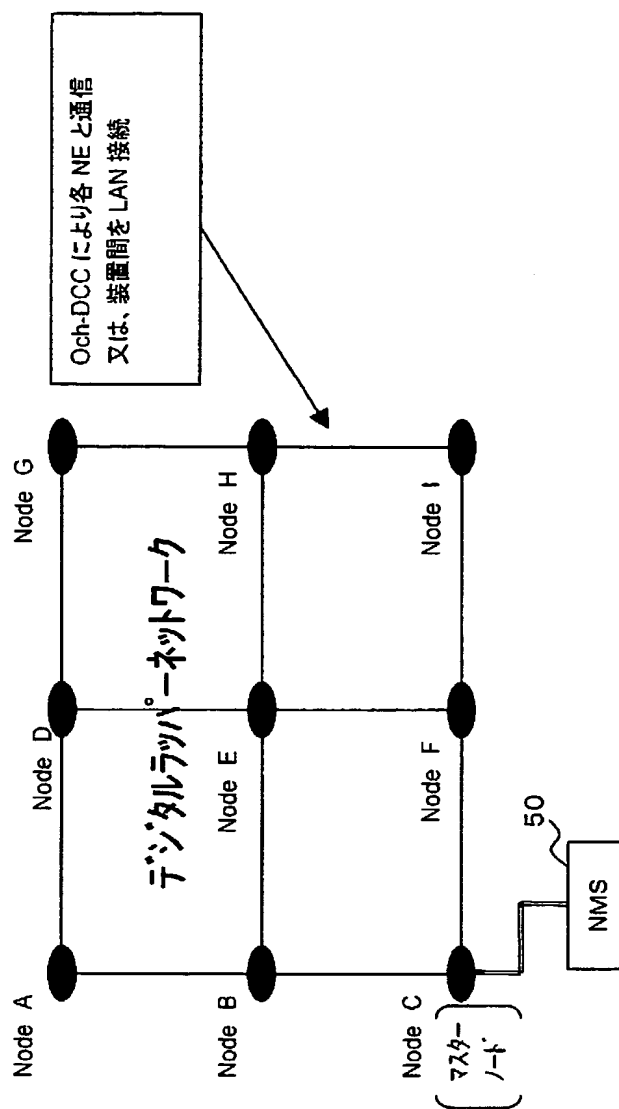
【図 8】

通信ノードの具体的な構成を示す図



【図 9】

ネットワーク管理装置の接続形態を示す図



【図 1 0】

メッシュテーブルの実施例

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A		x		x					
B	x		x		x				
C		x				x			
D	x				x		x		
E		x		x		x		x	
F			x		x				x
G				x				x	
H					x		x		x
I						x		x	

X : 回線あり

【図 11】

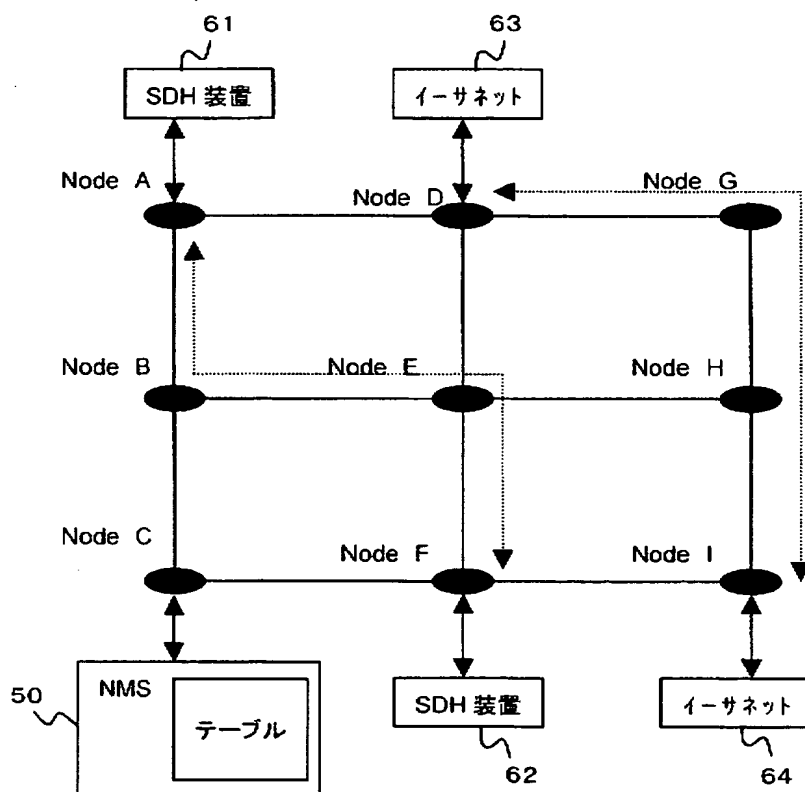
ルートテーブルの実施例

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A		x							
B	x				x				
C									
D							x		
E		x				x			
F					x				
G				x				x	
H							x		x
I									

X : 使用中

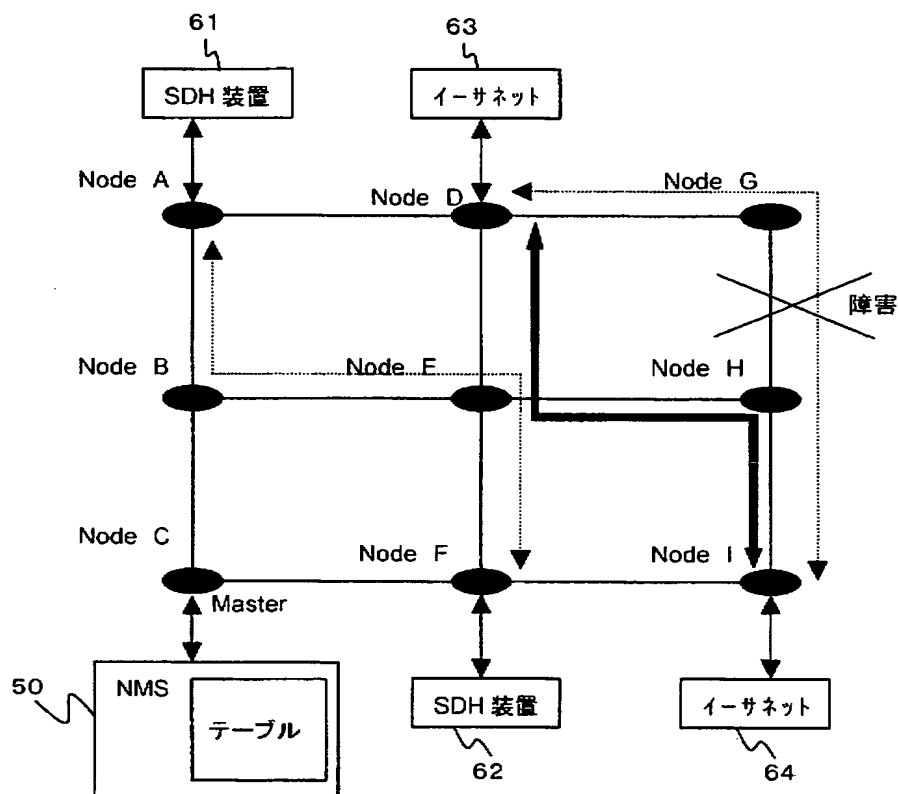
【図 12】

デジタルラッパーネットワーク上の設定されるパスを示す図



【図 13】

障害発生時にルートを再設定する動作を説明する図



【図 14】

ルートテーブルの更新の例

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A		x							
B	x				x				
C									
D							x		
E		x				x			
F					x				
G				x				x	
H							x		x
I								x	

更新
↓

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A		x							
B	x				x				
C									
D					x				
E		x		x		x		x	
F					x				
G								障害	
H					x		障害		x
I								x	

x : 使用中



【図 1 5】

他の実施形態のデジタルラッパーフレームの
フォーマットを示す図

OH	デジタルラッパーフレーム (現用系) SDHフレーム (STM16/STM64)	デジタルラッパーフレーム (予備系)	FEC
----	---	-----------------------	-----

【図 16】

他の実施形態のルートテーブルの実施例

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A		x							
B	x				x				
C									
D							x		
E		x				x			
F					x				
G				x				x	
H							x		x
I								x	

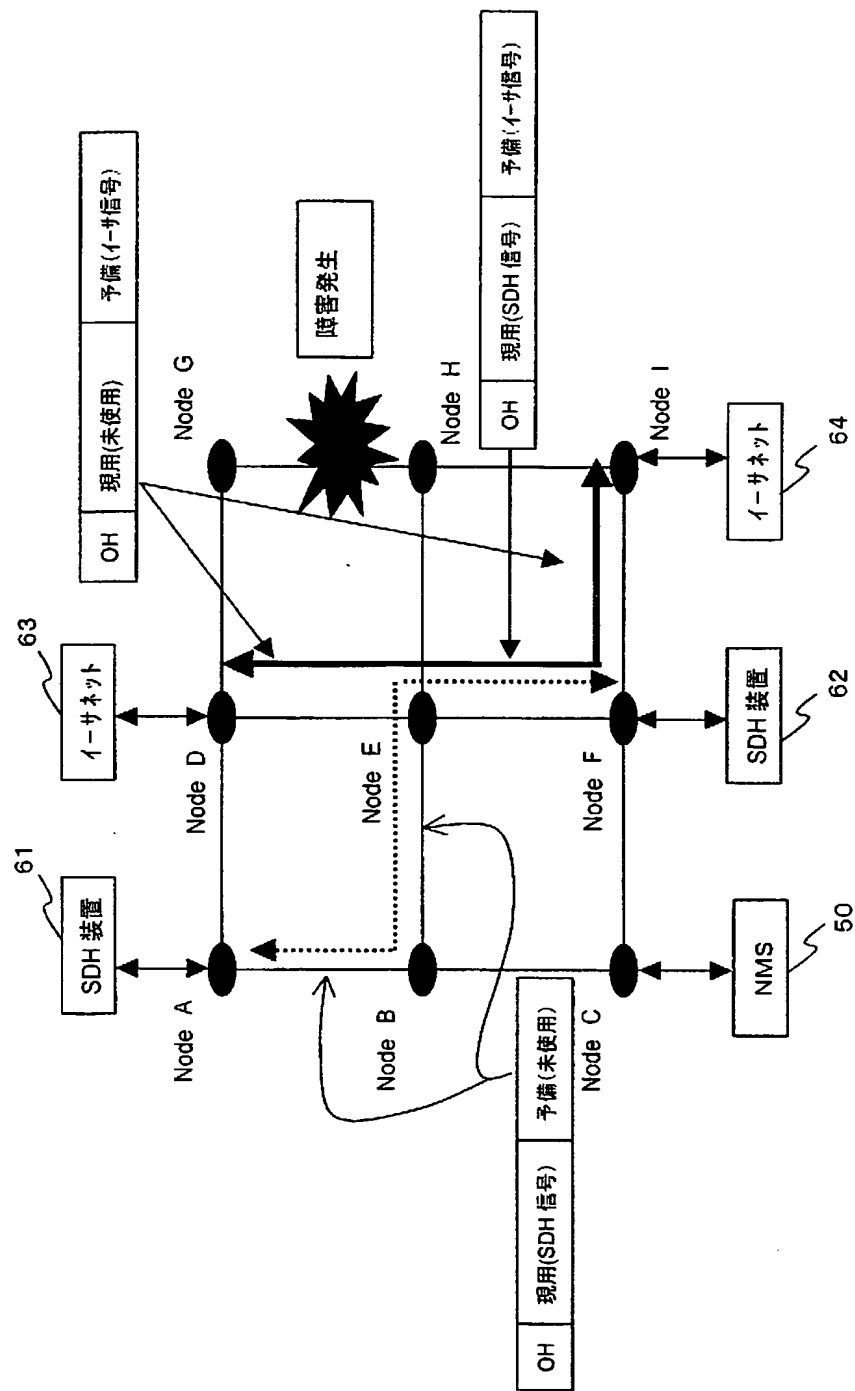
(a)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A		x							
B	x				x				
C									
D					x				
E		x		x		x	x		
F					x	x			x
G								障害	
H							障害		
I						x			

(b)

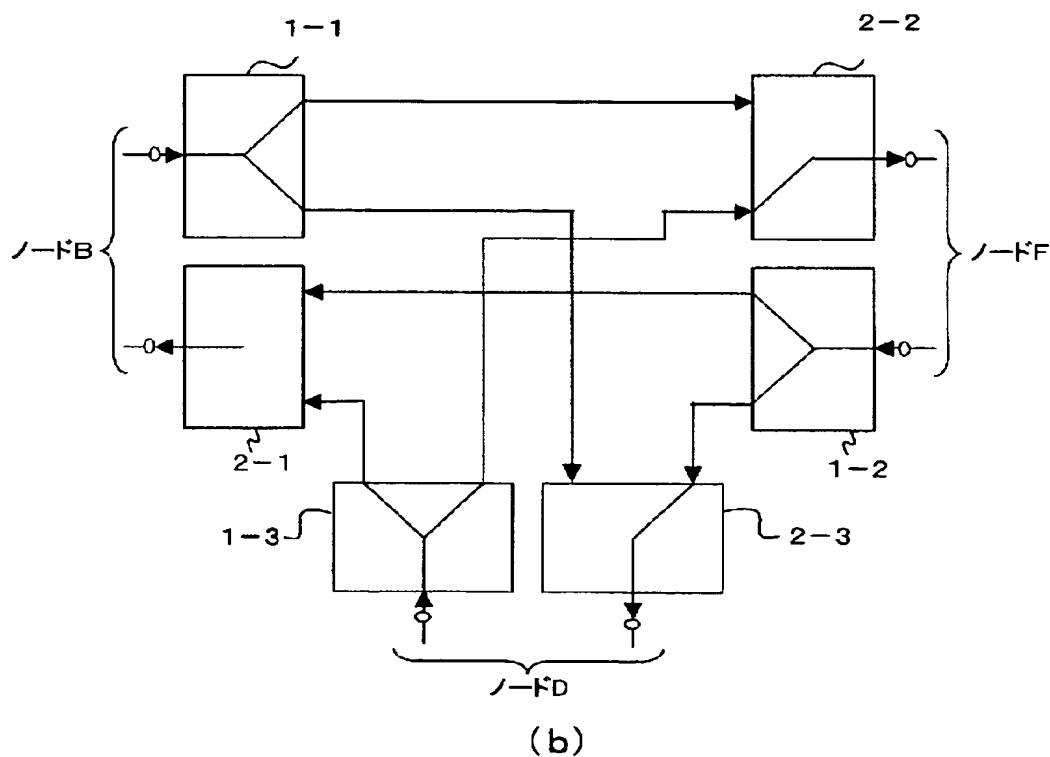
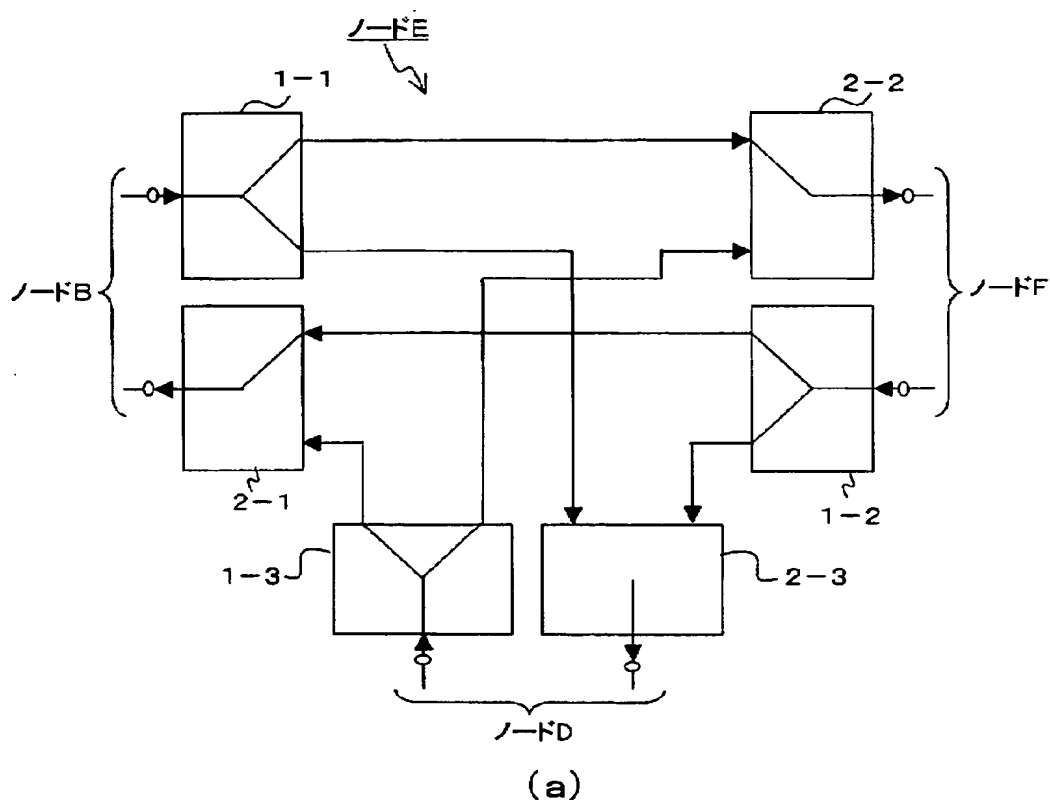
【図 18】

他の実施形態における障害の復旧方法を示す図



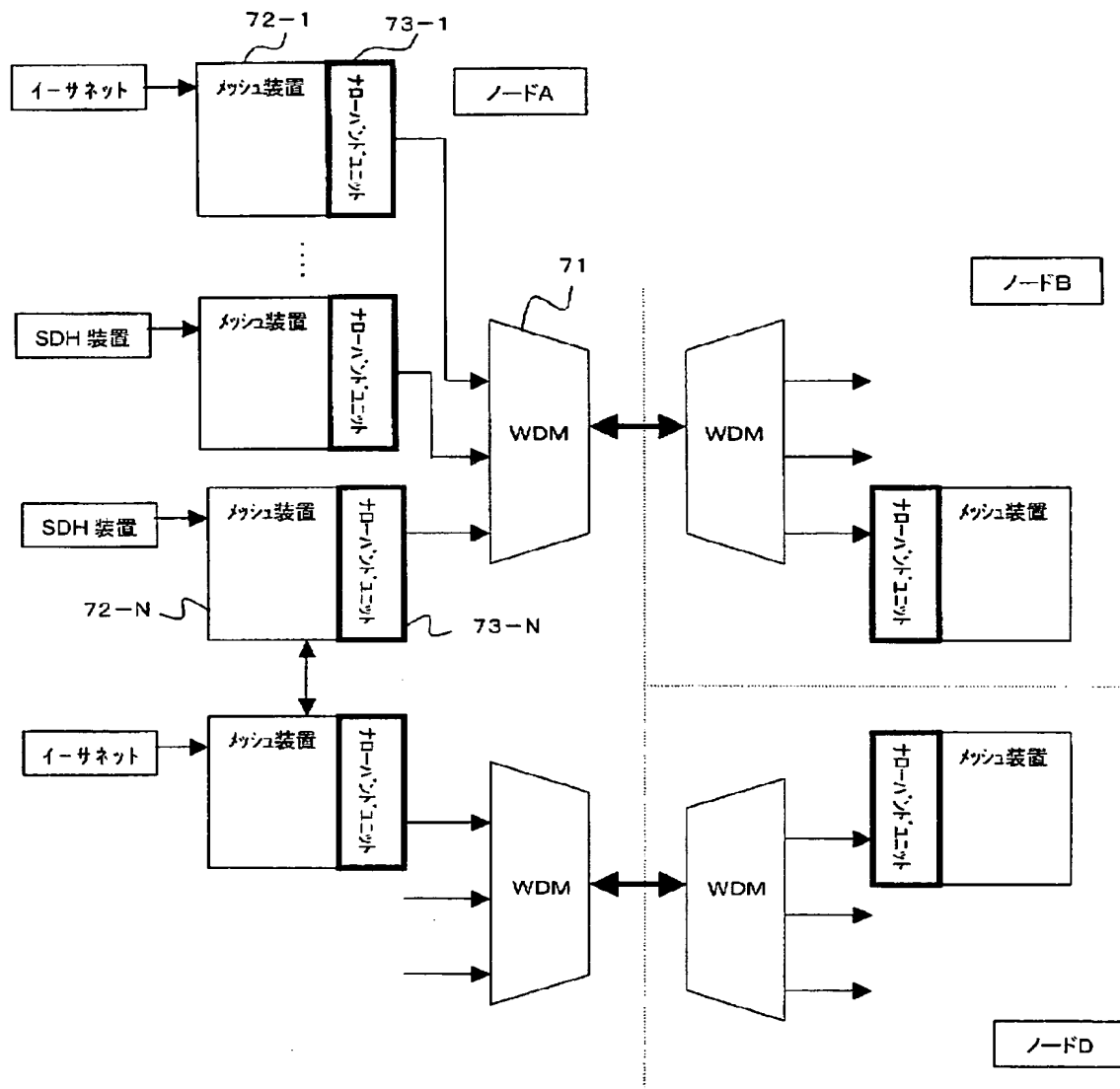
【図 19】

障害復旧時のスイッチ部の動作を示す図



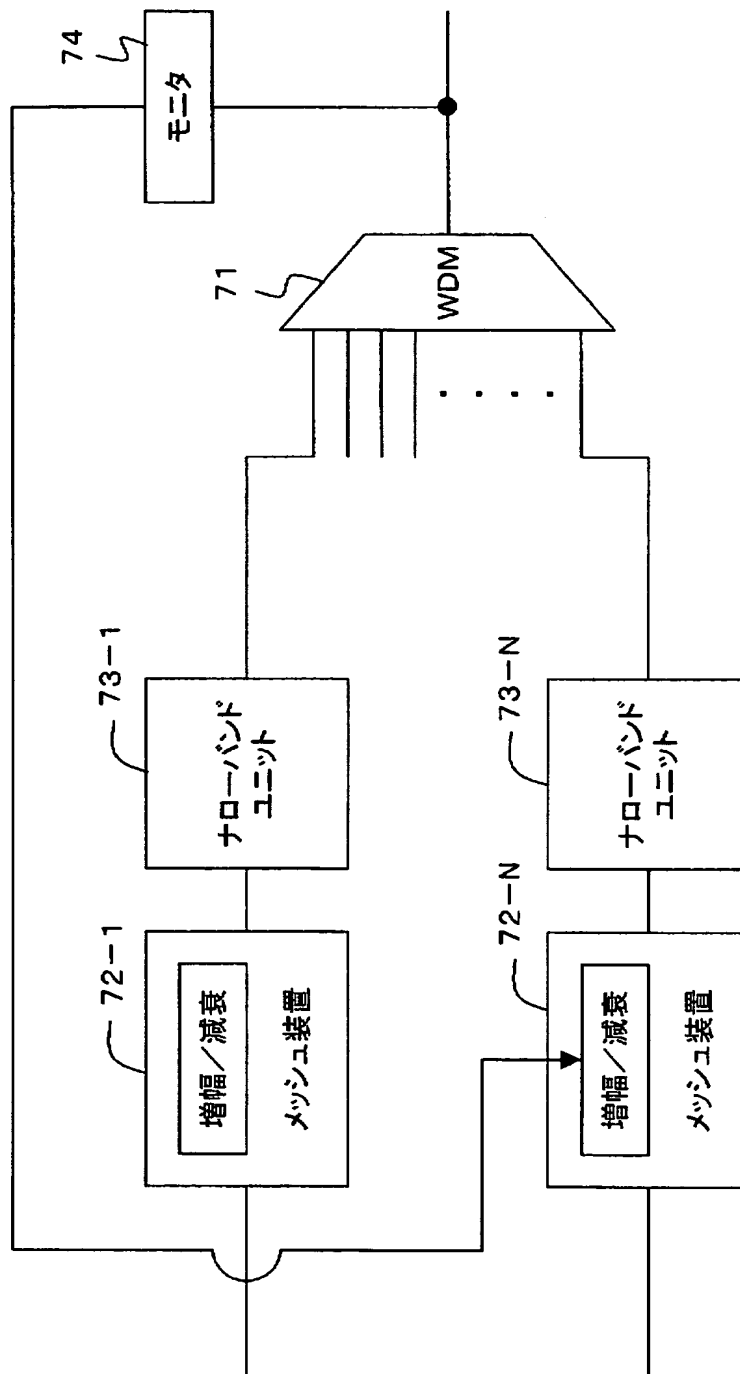
【図 20】

本発明をWDM通信システムに適用した場合の実施例



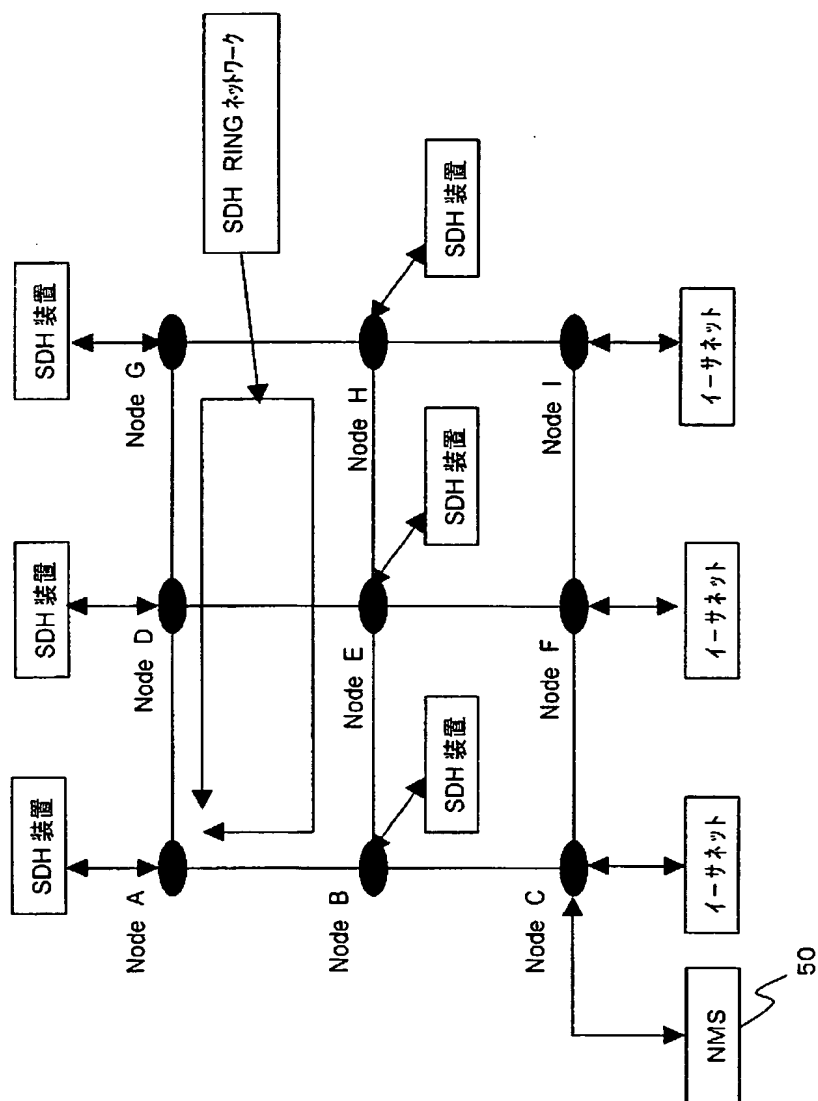
【図 21】

WDM光を等化する機能を説明する図



【図 22】

本発明のさらに他の実施形態のネットワーク構成を示す図



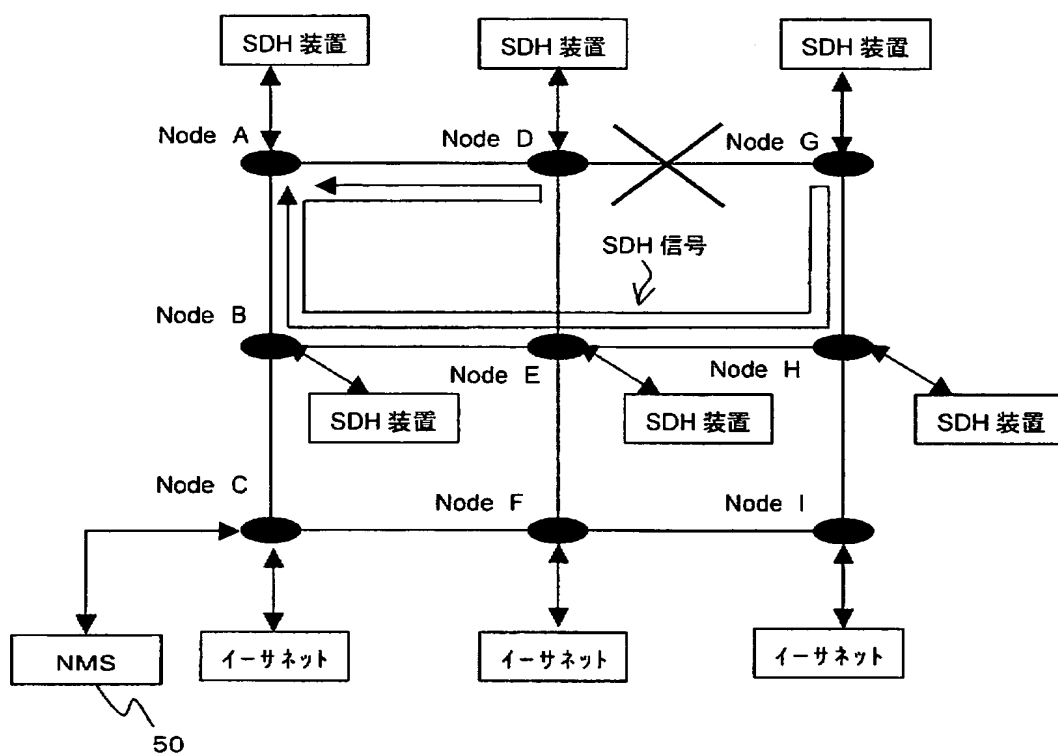
【図 2 3】

図22に示す実施形態のルートテーブルの実施例

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A		SDH		SDH					
B	SDH				SDH				
C						イーサ			
D	SDH						SDH		
E		SDH						SDH	
F			イーサ						イーサ
G				SDH				SDH	
H					SDH		SDH		
I						イーサ			

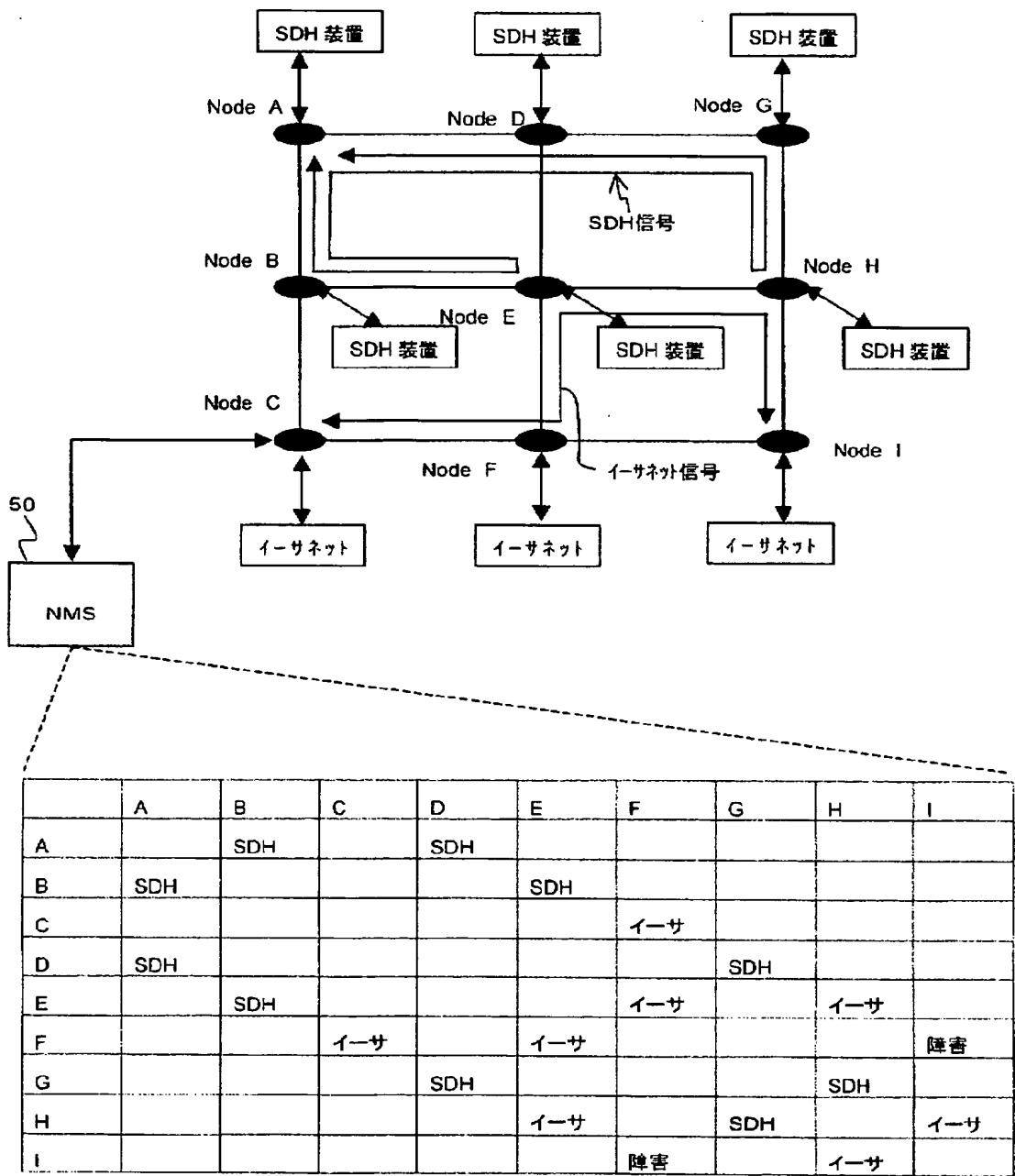
【図 24】

障害復旧時の動作を示す図(その1)



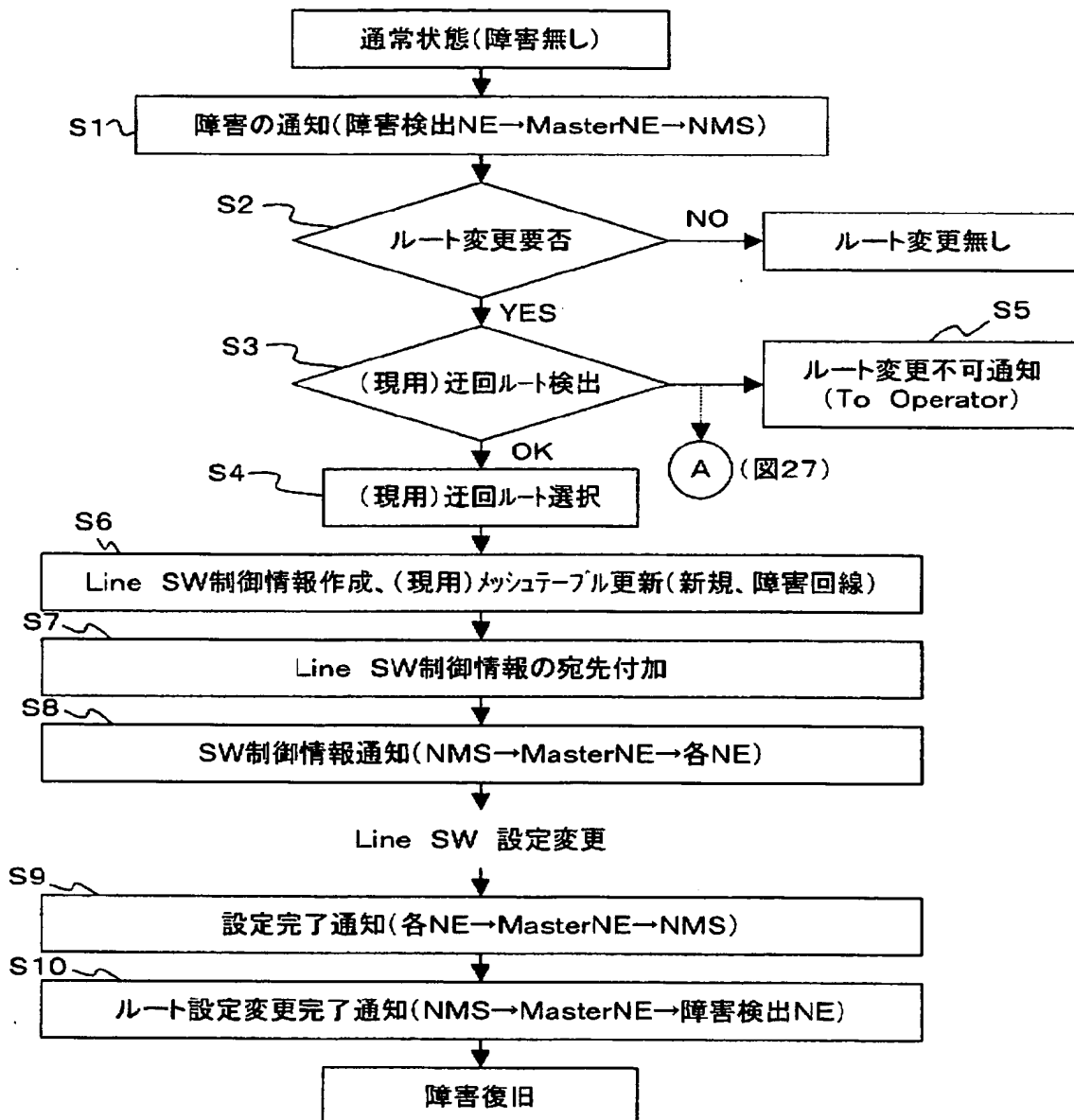
【図 25】

障害復旧時の動作を示す図(その2)



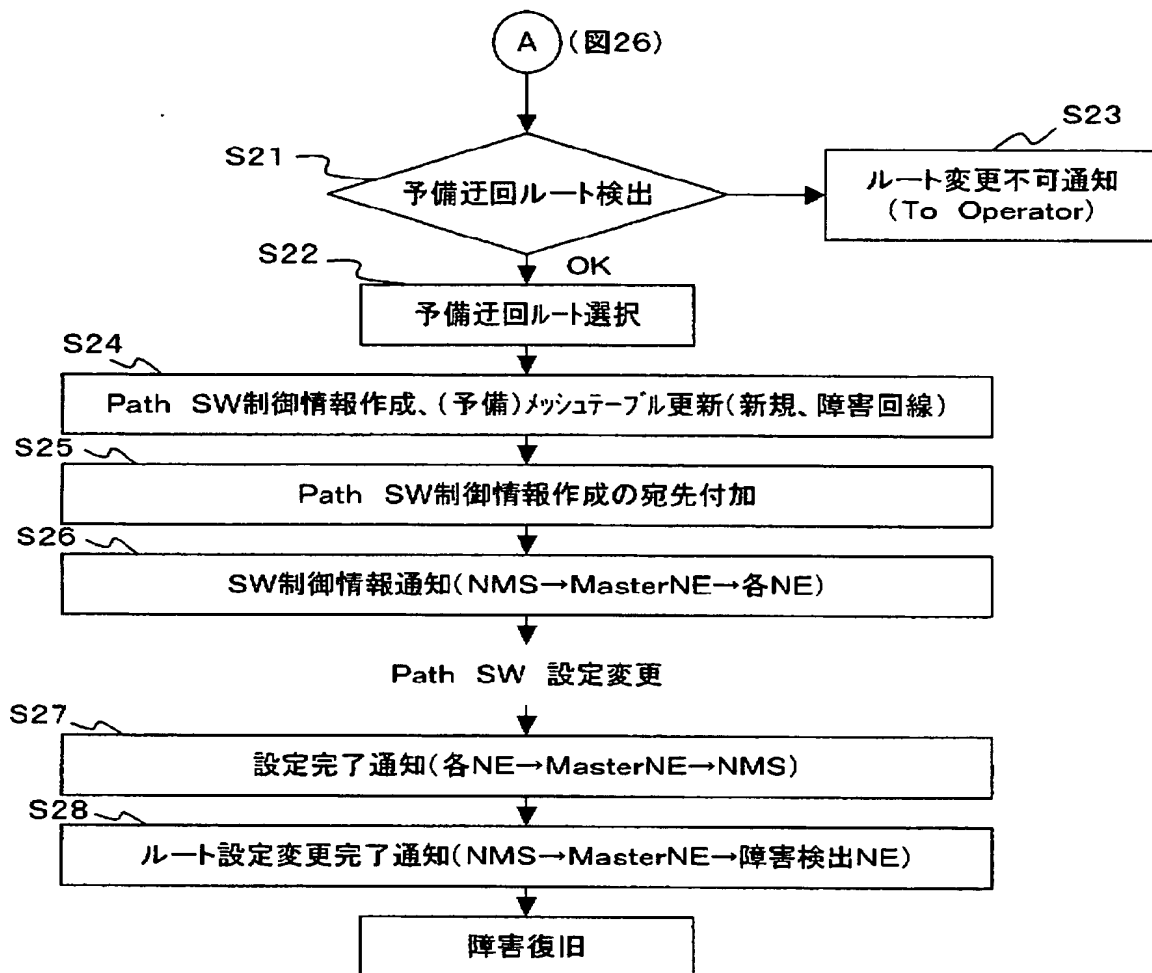
【図 26】

ネットワーク管理装置の動作を示すフローチャート



【図 27】

他の実施形態における
ネットワーク管理装置の動作を示すフローチャート



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 デジタルラッパー技術を利用してネットワークを構築する方法を提供する。

【解決手段】 通信ノードA～Iは、それぞれ、デジタルラッパーフレームを送受信する機能を備えている。通信ノードA、Fには、SDHフレームを送受信するSDH装置が接続されており、通信ノードD、Iには、イーサネットパケットを送受信するイーサネット装置が接続されている。通信ノード間では、SDHフレーム及びイーサネットパケットは、デジタルラッパーフレームのペイロードに格納されて伝送される。ネットワーク管理装置50は、通信ノードの接続関係、及びデジタルラッパーネットワーク上に設定されているパスを管理する。各通信ノードは、ネットワーク管理装置50からの指示に従ってデジタルラッパーフレームを転送する。

【選択図】 図12

特願 2 0 0 2 - 3 5 7 3 9 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1 . 変更年月日
[変更理由]

住 所
氏 名

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

新規登録

神奈川県川崎市中原区上小田中 1 0 1 5 番地
富士通株式会社

2 . 変更年月日
[変更理由]

住 所
氏 名

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

住所変更

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号
富士通株式会社